

**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO**

**ESCUELA DE MECÁNICA AERONÁUTICA**

**HABILITACIÓN DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE DE LOS  
AVIONES ESCUELA T-33A DEL ITSA**

**POR:**

**CBOS. COQUE TACO MILTON BOLIVAR**

**CBOS. QUISHPE CAIZA NÉSTOR**

**Tesis presentada como requisito parcial para la obtención del Título de:**

**TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA**

**2001**

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por los señores CBOS. COQUE MILTON y CBOS. QUISHPE NESTOR, como requerimiento parcial a la obtención del título de TECNÓLOGOS, MECÁNICOS AERONÁUTICOS.

Tlgo. Chávez José.

Latacunga, noviembre del 2001.

## DEDICATORIA

Este trabajo he realizado con esfuerzo y sacrificio mío y de todas las personas que estuvieron de una u otra manera apoyándome para poder culminar con entera satisfacción.

Por eso quiero dedicar el mismo, a Dios y a mis padres que me supieron brindar todo su apoyo ya sea moralmente o económicamente como también a nuestro tutor que siempre estuvo pendiente de nuestro trabajo.

**Cbos. Quishpe Néstor**

Este trabajo investigativo, símbolo de mi esfuerzo, se lo dedico a mis padres que con entero sacrificio y abnegación supieron entregar todo de sí, para hacer de mi un ser útil a la patria y a la sociedad, además a todas aquellas personas que nos dieron su mano para alcanzar mi anhelado sueño.

**Cbos. Coque Milton.**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios que el que nos dio la luz y la fuerza para alcanzar un éxito muy importante

A nuestros padres que estuvieron en esos momentos que mas los necesitábamos tanto moral y económicamente

A nuestros profesores los cuales nos impartieron todas sus enseñanzas y conocimientos.

A la Institución que siempre estuvieron pendientes de todos nuestros requerimientos

**Cbos. Quishpe Néstor**

**Cbos. Coque Milton**

## INDICE DE CONTENIDO

Introducción ..	1
Resumen.....	2
Definición del problema y justificación.....	4
Objetivos.....	5
Alcance.....	5

## CAPITULO I

### CONOCIMIENTO DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE

1.1	Generalidades .....	7
1.2	Funcionamiento del sistema de combustible.....	8
1.3	Características del sistema de combustible.....	12
1.4	Componentes del sistema de combustible.....	15
1.4.1.1	Tanques de combustible del avión.....	16
1.4.1.2	Tipos de tanques.....	16
1.4.1.2.1	Tanques integrales.....	17
1.4.1.2.2	Tanques de obturación automática.....	17
1.4.1.2.3	Tanques de vejiga.....	19
1.4.1.2.4	Tanques externos.....	20
1.4.1.3	Componentes de los tanques.....	20
1.4.1.3.1	Orificio de llenado del tanque.....	21

1.4.1.3.2	Orificio de ventilación del tanque.....	22
1.4.1.3.3	Colector del tanque.....	22
1.4.1.3.4	Puerta de acceso del tanque.....	23
1.4.1.3.5	Herraje del tanque.....	23
1.4.2	Bombas de combustible.....	24
1.4.2.1	Bombas reforzadoras de combustible.....	24
1.4.2.1.1	Finalidad.....	24
1.4.2.1.2	Ubicación.....	25
1.4.2.1.3	Construcción.....	25
1.4.2.1.4	Funcionamiento.....	26
1.4.2.1.5	Inspección y conservación.....	26
1.4.2.2	Tipos de bombas reforzadoras de combustible.....	27
1.4.2.2.1	Bomba reforzadora del tipo centrífuga.....	27
1.4.2.2.2	Bomba reforzadora del tipo de paleta deslizable.....	28
1.4.2.2.3	Bomba de combustible impulsada por el motor.....	28
1.4.3	Conductos de combustible del avión.....	31
1.4.3.1	Tipos de mangueras flexibles para combustible.....	32
1.4.4	Válvulas de combustible del avión.....	34
1.4.4.1	Finalidad.....	34
1.4.4.2	Inspección y conservación.....	34
1.4.4.2.1	Durante el prevuelo.....	34
1.4.4.3	Tipos de válvulas de combustible.....	35
1.4.4.3.1	Válvula selectora.....	35
1.4.4.3.1.1	Tipos de válvulas selectoras.....	35
1.4.4.3.1.1.1	Válvula selectora del tipo de vástago.....	35

1.4.4.3.1.1.2	Válvula selectora del tipo de cono.....	36
1.4.4.3.1.1.3	Válvula selectora del tipo de disco o de tapón.....	37
1.4.4.3.2	Válvula de retención.....	38
1.4.4.3.3	Válvula de cierre.....	39
1.4.4.3.3.1	Tipos de válvulas de cierre.....	39
1.4.4.3.3.1.1	Válvula de cierre de vástago.....	40
1.4.4.3.3.1.2	Válvula de cierre motorizada de compuerta.....	40
1.4.4.3.3.1.3	Válvula de cierre operada por solenoide.....	41
1.4.5	Filtros de combustible del avión.....	42
1.4.5.1	Finalidad.....	43
1.4.5.2	Construcción y funcionamiento.....	43
1.4.5.3	Precaución.....	43
1.4.5.4	Inspección y conservación.....	43
1.4.5.4.1	Durante el prevuelo.....	43
1.4.5.4.2	Inspecciones periódicas.....	44
1.4.5.5	Tipos de filtros.....	44
1.4.5.5.1	Filtro de malla .....	45
1.4.5.5.2	Filtro purolator.....	45

## **CAPITULO II**

### **VERIFICACIÓN DE FALLAS**

2.1	Fallas en los tanques de combustible.....	47
-----	---	----

2.1.1	Escape de combustible.....	48
2.2	Fallas en las bombas de combustible.....	49
2.2.1	Perdida de combustible.....	49
2.3	Fallas en las válvulas de combustible.....	49
2.3.1	No hay combustible en el motor.....	50
2.4	Fallas en los filtros de combustible.....	51
2.4.1	Flujo de combustible reprimido.....	51
2.5	Fallas en las cañerías y mangueras de combustible.....	51
2.5.1	Escape de combustible.....	51

## **CAPITULO III**

### **DESMONTAJE**

3.1	Utilización de la Orden Técnica.....	53
3.2	Precauciones y cuidados que se deben tomar.....	53
3.3	Manejo adecuado de las herramientas y equipos.....	54
3.4	Aprovisionamiento del sistema de combustible del avión.....	55
3.5	Desmontaje de todos los componentes del sistema de combustible.....	57
3.5.1	Desmontaje de los tanques de combustible.....	57
3.5.1.1	Tanques exteriores del ala.....	57
3.5.1.1.1	Manera de desmontaje de los tanques exteriores.....	57
3.5.1.1.2	Manera de desmontaje del tanque del borde de ataque.....	58
3.5.1.2	Tanques interiores del ala.....	59



3.5.1.2.1	Manera de desmontaje de los tanques interiores delanteros del ala.....	60
3.5.1.2.2	Manera de desmontaje de los tanques interiores posteriores del ala.....	60
3.5.1.3	Tanques del fuselaje.....	61
3.5.1.3.1	Manera de desmontaje del tanque de fuselaje.....	62
3.5.1.4	Tanque lanzable con expulsor.....	66
3.5.1.4.1	Manera de desmontaje del tanque lanzable con expulsor.....	66
3.5.2	Desmontaje de las bombas de combustible.....	68
3.5.2.1	Manera de desmontaje de la bomba de los tanques del ala.....	68
3.5.2.2	Manera de desmontaje de la bomba de los tanques del borde de ataque.....	69
3.5.2.3	Manera de desmontaje de la bomba del tanque del fuselaje.....	69
3.5.3	Desmontaje de las válvulas de combustible.....	70
3.5.3.1	Válvula de flotador.....	70
3.5.3.1.1	Manera de quitar las válvulas de flotador.....	72
3.5.3.2	Válvula de cierre de combustible accionada eléctricamente.....	73
3.5.3.2.1	Manera de quitar la válvula de cierre de combustible accionada eléctricamente.....	74
3.5.3.3	Válvula de retención.....	74
3.5.4	Desmontaje de los filtros de combustible.....	75
3.5.4.1	Filtro de combustible.....	75
3.5.4.1.1	Manera de quitar el elemento del filtro de combustible.....	76
3.5.5	Desmontaje de las cañerías y mangueras.....	78

## CAPITULO IV

### REPARACIONES

4.1	Identificación de partes defectuosas.....	80
4.1.1	Los tanques de combustible.....	80
4.1.2	Las bombas de combustible.....	80
4.1.3	Los filtros de combustible.....	81
4.1.4	Las válvulas de combustible.....	81
4.1.5	Las cañerías y mangueras de combustible.....	81
4.2	Limpieza.....	81
4.2.1	Limpieza del sistema de combustible en general.....	81
4.2.1.1	Precauciones para la limpieza.....	82
4.2.2	Limpieza de todos los componentes del sistema.....	83
4.2.2.1	Limpieza de los depósitos de combustible.....	83
4.2.2.2	Limpieza de los filtros de combustible.....	85
4.2.2.3	Limpieza de las cañerías y mangueras de combustible.....	86
4.3	Cambios de los componentes defectuosos.....	86

## CAPITULO V

### MONTAJE

5.1	Utilización de la Orden Técnica.....	88
-----	--------------------------------------	----

5.2	Precauciones y cuidados que se deben tomar.....	89
5.3	Manejo adecuado de las herramientas y equipos.....	90
5.4	Reaprovisionamiento de combustible.....	90
5.4.1	Procedimientos del reaprovisionamiento.....	91
5.4.2	Procedimientos típicos para abastecer combustible en los orificios de llenado de los tanques.....	92
5.5	Montaje de todos los componentes del sistema de combustible.....	93
5.5.1	Montaje de los tanque de combustible.....	93
5.5.1.1	Tanques interiores delanteros del ala.....	93
5.5.1.1.1	Manera del montaje de los tanques interiores delanteros del ala.....	94
5.5.1.1.2	Manera del montaje de los tanques interiores posteriores del ala.....	94
5.5.1.2	Montaje del tanque del fuselaje.....	94
5.5.1.3	Montaje de los tanques lanzables con expulsor.....	97
5.5.2	Montaje de las bombas de combustible.....	100
5.5.2.1	Montaje de la bomba reforzadora del tanque del borde de ataque...	100
5.5.2.2	Montaje de la bomba reforzadora del tanque interior posterior de ala.....	100
5.5.3	Montaje de las válvulas de combustible.....	101
5.5.3.1	Montaje de la válvula de flotador.....	101
5.5.3.2	Montaje de la válvula de cierre de combustible accionada eléctricamente.....	101
5.5.4	Montaje del elemento del filtro de combustible.....	102
5.5.5	Montaje de las cañerías y mangueras de combustible.....	102

## **CAPITULO VI**

### **PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA DEL SISTEMA**

6.1	Objetivos.....	103
6.2	Parámetros y variables.....	104
6.3	Procedimientos.....	104
6.4	Evaluación de resultados.....	105

## **CAPITULO VII**

### **ANÁLISIS ECONOMICO-FINANCIERO**

7.1	Análisis del proyecto.....	106
7.1.1	Estudio técnico.....	106
7.1.2	Estudio económico.....	108
7.1.2.1	Directos.....	108
7.1.2.2	Indirectos o generales.....	108
7.1.3	Calculo directo.....	108
7.1.4	Calculo comparativo.....	109
7.2	Presupuesto.....	109
7.3	Análisis económico-financiero.....	110
7.3.1	Herramientas y maquinarias.....	110
7.3.2	Combustible.....	111

7.3.3	Mano de obra.....	111
7.3.4	Otros.....	112

## **CAPITULO VIII**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

8.1	Conclusiones.....	113
8.2	Recomendaciones.....	115
	Bibliografía.....	117
	Anexos	

## LISTADO DE TABLAS

Tabla 7.1. Lista de operaciones ejecutadas para la habilitación.....	107
Tabla 7.2. Costos de utilización de las herramientas y maquinas.....	110
Tabla 7.3. Lista del costo del combustible utilizado para la habilitación.....	111
Tabla 7.4. Costos de mano de obra.....	112
Tabla 7.5. Costos de otros gastos.....	112
Tabla 7.6. Costo total de la habilitación.....	112

## LISTADO DE FIGURAS

Figura 1.1. Componentes del sistema de combustible.....	14
Figura 1.2. Tanque integral de combustible.....	17
Figura 1.3. Taque de obturación automática.....	19
Figura 1.4. Tanque externo de tipo metálico.....	20
Figura 1.5. Componentes de los taques .....	21
Figura 1.6.a) Bomba reforzadora .....	25
Figura 1.6.b) Bomba reforzadora .....	26
Figura 1.7. Bomba reforzadora del tipo centrífugo.....	28
Figura 1.8. Bomba de combustible impulsada por motor.....	30
Figura 1.9.a) Instalación de un conducto de combustible (Dobladura).....	31
Figura 1.9.b) Instalación de un conducto de combustible (Torsión).....	31
Figura 1.10. Manguera de obturación automática.....	33
Figura 1.11. Válvula selectora del tipo de vástago.....	36
Figura 1.12. Válvula selectora del tipo de cono.....	37
Figura 1.13. Válvula selectora del tipo de disco.....	38
Figura 1.14. Válvula de retención.....	39
Figura 1.15. Válvula de vástago.....	40
Figura 1.16. Válvula de compuerta.....	40
Figura 1.17. Válvula de cierre operada por solenoide.....	41
Figura 1.18. Filtro de combustible de baja presión.....	44
Figura 1.19. Filtro de combustible de malla.....	45
Figura 1.20. Filtro de combustible purolator.....	46

Figura 3.1. Desmontaje de los tanques exteriores.....	58
Figura 3.2. Desmontaje del tanque del borde de ataque del ala.....	59
Figura 3.3. Desmontaje de los tanque interiores posteriores del ala.....	61
Figura 3.4. Desmontaje del tanque del fuselaje.....	65
Figura 3.5. Desmontaje del tanque lanzable con expulsor.....	67
Figura 3.6. Manera de quitar las válvulas de flotador.....	72
Figura 3.7. Filtro de combustible.....	76
Figura 3.8. Manera de quitar el elemento del filtro de combustible.....	77



## LISTA DE ANEXOS

ANEXO A Fotografías

## INTRODUCCIÓN

Comienza esta tesis proponiendo las bases con las cuales se realizará el presente trabajo , además de indicar el objetivo general y los específicos que se pretende alcanzar con el desarrollo de esta tesis.

Además el presente trabajo práctico e investigativo parte de la problemática identificada en las dos aeronaves escuela (T-33A) que no se encuentran operando en su totalidad, las mismas que están localizadas en el aeropuerto alterno de carga y pasajeros Cotopaxi, ubicada en la ciudad de la Latacunga.

Cabe manifestar que en este lugar se encuentran también asentadas compañías inmersas en la aviación, así como el Ala de Investigación y Desarrollo N° 12.

Este trabajo práctico brindará alternativas de solución a los problemas encontrados en el sistema de combustible de estos aviones. Este planteamiento surge como necesidad de concientización además de la preocupación que presenta el personal del ITSA, además de querer tener una información acerca de lo que sucede en realidad y con datos actualizados de estos aviones.

El presente trabajo también plantea las actividades de detección y mantenimiento de problemas existentes en el sistema de combustible mediante el reportajes en el libro 781, hasta la fecha actual. En lo posterior se realizarán chequeos del sistema de combustible de estos aviones para verificación de daños

y relacionar con el cuadro de resultados de las pruebas de funcionamiento, para luego presentar alternativas de control, tratamiento y prevención de estos aviones en su totalidad.

## **RESUMEN**

Con la realización de la presente tesis se pretende solucionar algunos de los problemas existentes en los aviones escuela T-33A, este proyecto consiste básicamente en: LA HABILITACIÓN DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE de dichos aviones.

Cabe indicar que para la habilitación de éste sistema ciertos componentes no requieren de personal calificado ,mientras que otros sí para sus respectivas operaciones.

El sistema de combustible de los aviones escuela T-33A se componen esencialmente de cinco componentes:

### **Depósitos.-**

Cuyo propósito es almacenar combustible, la cantidad que se suministra va de acuerdo a la misión, siendo su capacidad total de 813 galones.

**Bombas.-**

Succionan el combustible de los depósitos y la envía hacia el deposito principal para su abastecimiento al motor.

**Válvulas.-**

Controlan el flujo de combustible que el sistema lo requiere

**Filtros.-**

Retienen todas las impurezas que contienen el combustible

**Cañerías o mangueras.-**

Facilitan la transportación del combustible a otros componentes.

Se inicia el desarrollo de la tesis poniendo en conocimiento los componentes básicos, sus funcionamientos, finalidades y partes del sistema ,en base de éstas se procede a realizar las demás operaciones de acuerdo con una orden técnica apropiada para cada tipo de trabajo.

Finalmente se presenta los resultados de las pruebas de funcionamiento luego de haberse habilitado el sistema de combustible, así como un estudio técnico y económico del mismo.

Adicionalmente se incluye las respectivas conclusiones y recomendaciones que servirán para mantener en óptimas condiciones el sistema de combustible de los aviones en su totalidad.

## DEFINICIÓN DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN

Debemos considerar que el presente trabajo de HABILITACIÓN DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE DE LOS AVIONES ESCUELA T-33A Esta encaminada a proporcionar mantenimiento del mismo, a fin de lograr un alto rendimiento para la distribución de combustible en todas las condiciones de operaciones normales en tierra, además de tener una conservación técnica a largo plazo que nos permita un eficiente progreso educativo ,el mismo que permitirá alcanzar un desarrollo científico y tecnológico del ITSA.

La tesis responde a los requerimientos de mantenimiento en las técnicas de prevención para lograr que el personal que estudia en este instituto tenga el conocimiento necesario con relación al sistema de combustible y se pueda implementar trabajos de tipo práctico para beneficio de todos los estudiantes de la escuela de mecánica Aeronáutica (motores) del ITSA.

En la ejecución de la tesis deberán tomarse en cuenta determinados aspectos que contribuirán a que el sistema habilitado sea lo más óptima posible en su funcionamiento aspectos como:

- Disminución de los costos de mantenimiento
- Utilización de métodos tecnológicos científicos disponibles en nuestro medio
- Mantenimiento de acuerdo a los correspondientes niveles de seguridad y prevención que una operación del sistema así lo exija

- Reducción de riesgos que atenten con la seguridad del personal

## **OBJETIVOS**

### **General**

- Habilitar el sistema de combustible de los aviones escuela T33A para facilitar el proceso educativo ;tanto en el aspecto teórico como practico para los alumnos pertenecientes al ITSA

### **Específicos**

- Visitar las aeronaves (T-33A) que es el motivo de la investigación en esta tesis para verificar sus fallas.
- Identificar los riesgos debido a la inactividad de operación de estos aviones
- Reparar y dar mantenimiento a todas las fallas encontradas
- Comprobar el funcionamiento de todo el sistema de combustible
- Establecer recomendaciones y conclusiones que ayuden a dar soluciones
- Coordinar con todos los grupos de tesis de los aviones T-33A para el cumplimiento de objetivos finales que es el funcionamiento del sistema de combustible.

## **ALCANCE**

Con este trabajo de investigación se llegará a habilitar el sistema de combustible de los dos aviones escuela para evitar su destrucción, y que a futuro pueda servir para la educación científica y tecnológica de los alumnos existentes

en el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico. Permitiendo brindar al alumno un entrenamiento práctico en todo el proceso de enseñanza teórica ,ya que el sistema de combustible funcionará en optimas condiciones , también con este trabajo presentaremos conclusiones y recomendaciones sobre un adecuado mantenimiento de este sistema.

El desarrollo del proyecto de tesis comprende específicamente:

- Definición y análisis del problema
- Justificación técnica económica
- Pruebas de evaluación del sistema
- Presentación de resultados sobre el funcionamiento del sistema
- Análisis técnico y económico del proyecto de tesis.

Se estima que el costo de la tesis, será de aproximadamente de 1.000 dólares los cuales 200 dólares se destinarán al levantamiento del texto, y lo restante, para el trabajo práctico.

La tesis será financiada por los elaboradores de la tesis, también se cuenta con el apoyo por parte de las autoridades del CEMFA, de igual manera se cuenta con la colaboración de las autoridades encargadas del hangar de aviones militares. Así mismo, se prevee que el tiempo necesario para llevar a cabo la tesis desde su análisis inicial hasta su culminación será de seis meses.

# CAPITULO I

## CONOCIMIENTO DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE

### 1.1 Generalidades

El sistema de combustible del avión T-33A tiene una misión muy importante que es suministrar combustible al motor en cualquier circunstancia, condición, o posición de operación que se encuentre el avión ya sea en tierra o en vuelo.

Este suministro lo debe hacer en las cantidades apropiadas, en el momento preciso y necesario para que el motor tenga un mejor rendimiento para proporcionar un empuje apropiado al avión en vuelo.

Este sistema almacena la cantidad requerida de combustible según la capacidad o instrucción de llenado del avión y distribuirlo a un régimen de presión apropiadas.

El sistema también debe mantenerse adecuadamente para que sea confiable en todas las condiciones de instrucción, para que en el proceso enseñanza aprendizaje de los futuros alumnos del instituto, puedan contar con una ayuda de instrucción eficaz para lograr los objetivos de aprendizaje.



El mantenimiento del sistema debe realizarse de acuerdo a las tarjetas de trabajo que encontramos en la O.T.T-33-A-2

En conclusión el propósito del sistema de combustible del avión T-33A es almacenarlo y suplirlo al motor en forma segura.

## **1.2 Funcionamiento del Sistema de Combustible**

El propósito del sistema de combustible primeramente es almacenado en los tanques o depósitos ubicados en determinadas partes del avión T-33A los mismos que son abastecidos por medio de diferentes formas de llenado para que luego fluya por las cañerías o mangueras impulsado por bombas eléctricas ,las cuales están ubicadas en los tanques del avión, el combustible pasa por filtros los cuales retienen todas las impurezas para finalmente enviar hacia el motor.

El tanque principal mantienen el nivel de combustible por medio de válvulas flotadoras las mismas que se hallan localizadas en el tanque principal a la vez que impiden el paso de combustible una vez que el tanque principal se encuentra lleno, y permiten el ingreso del combustible cuando el tanque principal empieza a bajar el nivel de combustible, es decir que estas válvulas trabajan con el desnivel de combustible.

El tanque principal o de fuselaje abastece el combustible hacia el motor por medio de una bomba de transferencia eléctrica, en caso de fallas de la bomba permite el paso de combustible por gravedad.

Cuando esta en funcionamiento el motor seleccionamos los swuich del sistema de combustible los mismos que activan las bombas de combustible de los tanques del borde de ataque (2) y de los tanques del ala (2) , los tanques lanzables son alimentados de aire sangrado del motor para permitir la transferencia de combustible que también se activa al seleccionar los swuichs de la consola, alimentan al tanque principal y este hace la transferencia al motor.

Existen 13 celdas que forman los tanques de combustible en el sistema de combustible del avión T-33A los cuales son adecuados para el uso de combustible aeronáutico.

Cada lado del ala tienen 2 celdas interiores, 2 celdas exteriores y 1 tanque en el borde de ataque, las celdas interiores forman el tanque del ala cuya capacidad es de 77 galones cada lado, las celdas exteriores mas la celda del borde de ataque forman los tanques de borde de ataque cuya capacidad es de 52 galones cada lado .

Un tanque de combustible se encuentra instalado inmediatamente detrás de la cabina, cuya capacidad es de 95 galones y este forma el tanque principal, un tanque lanzable en cada punta del ala forman los llamado tip tanck cuya capacidad es de 230 galones cada uno.

El combustible de los tip es forzado mediante aire a presión suministrado por el compresor del motor. En los tanques del ala es bombeado por medio de bombas reforzadoras operadas eléctricamente una de ellas está situada en la raíz

de cada uno de los tanques del borde de ataque y una en la raíz de cada tanque interior de atrás.

Normalmente el combustible es suministrado al motor desde el tanque del fuselaje y a medida que este tanque se vacía es llenado continuamente con el combustible de los tanques lanzables y tanques de las alas.

Para poner en funcionamiento el sistema de combustible, levante la barra selectora del tablero de interruptores del sistema de combustible. Esto hace abrir la válvula solenoide de presión de aire de los tanques lanzables a la vez que se activa las bombas eléctricas de todos los tanques permitiendo la transferencia del combustible al tanque del fuselaje, tres (3) válvulas flotadoras que están instaladas en el tanque principal controlan cuando el nivel del combustible disminuye, la válvula superior del flotador permite el paso del combustible que es enviado de los tanques lanzables, cuando están vacíos un interruptor de presión hace funcionar una luz indicadora que está adyacente a los interruptores de control para indicar que dichos tanques están vacíos.

Al continuar bajando el nivel del combustible del tanque del fuselaje hace abrir la válvula de flotador intermedia para permitir llenar con combustible que viene de los tanques de ala comúnmente conocidos como tanques de wing, al tanque del fuselaje.

Al transferirse todo el combustible de estos tanques al tanque del fuselaje, un interruptor de presión hace funcionar una luz de advertencia color rojo que indica que se ha terminado el combustible.

Una luz indicadora es accionada por un interruptor de presión que está en el tubo de combustible para indicar que estos tanques están vacíos.

Todos los tanques están dotados de tapones de vaciado (Puntos de drenaje) que se extiende a través de los paneles de los mismos, para drenar las impurezas del combustible, operación que se la realiza todos los días antes del primer vuelo.

Las válvulas flotadoras se encuentran localizadas en la parte superior del tanque del fuselaje, de manera que después que todo el combustible sea transferido de los tanques de las alas, y los tanques lanzables se tendrá, disponible toda la capacidad del tanque del fuselaje.

Un interruptor de bajo nivel que se encuentra dentro del transmisor del medidor del combustible hace funcionar una luz de advertencia cuando el nivel de combustible del tanque del fuselaje disminuye aproximadamente a 85 galones, esta luz se encuentra ubicada en el tablero auxiliar de instrumentos.

El medidor de combustible indica solamente la cantidad de combustible que hay dentro del tanque del fuselaje y sirve para dar al piloto una indicación exacta de la cantidad total de combustible que queda en el tanque principal.

### **1.3 Características del sistema de combustible.**

El sistema de combustible del avión T-33A consiste en una serie de partes y componentes que son de suma importancia para el adecuado funcionamiento de dicho sistema algunos componentes pueden ser operados manualmente, mientras la mayoría son accionados eléctrica, neumática y mecánicamente.

El sistema de combustible del avión T-33A es un sistema muy sencillo básico y típico ya que consta principalmente de los siguientes componentes.

- Los depósitos, también llamados tanques o reservorios los cuales proveen espacio de almacenamiento para el combustible.
- Las válvulas existen de diferentes tipos para cumplir una función adecuada como pueden ser:

VÁLVULAS FLOTADORAS.- Sirven para controlar el nivel de combustible, estas válvulas permiten que el combustible sea transferido de los depósitos del extremo del ala y de los otros depósitos al depósito principal del fuselaje.

VALVULAS CHECK.- Sirve para la retención del combustible durante su trayectoria las cuales permiten el paso libre en una sola dirección y no permiten el flujo de otra dirección.

VALVULAS REGULADORAS.- Sirve para dar el paso de combustible, Estas proveen un regulador para controlar el paso de combustible a través de una tubería o manguera.

- Las bombas, proporcionan presión al combustible, desde los depósitos al motor.
- Las cañerías o mangueras por donde circula el flujo del combustible desde los tanques hasta llegar al motor, es su destino final, estas pueden ser flexibles y rígidas.
- Los filtros que tienen la función de quitar los materiales sólidos del combustible por más mínimas que estas sean, también están provistos de un colector de drenaje, donde se extrae el agua o impurezas que tenga el sistema.

Todos estos elementos deben funcionar adecuadamente, en óptimas condiciones, deben tener un buen mantenimiento periódicamente de lo contrario no supliría el combustible al motor en las condiciones requeridas.

Por lo tanto todo el sistema de combustible del avión T-33A debe mantenerse siempre en buen funcionamiento ya que constituye un sistema esencial para la vida útil del avión T-33A

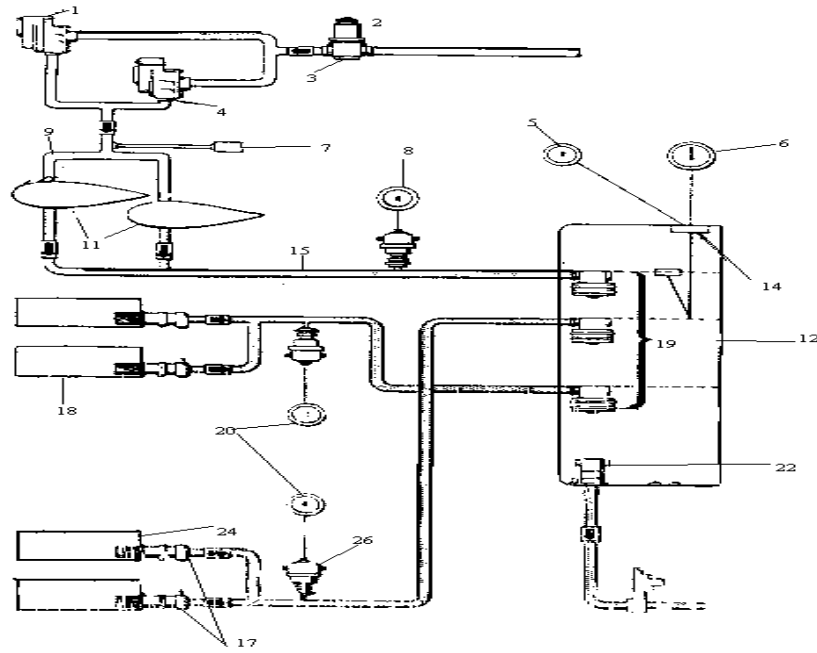


Figura 1.1. Componentes del Sistema de Combustible

1. Regulador de presión de aire
2. Aire del compresor del motor
3. Válvula de paso de aire
4. Regulador de presión de aire 5PSI
5. La luz de aviso de bajo nivel se enciende a 80 galonea
6. Indicador de la cantidad de combustible
7. Válvula de retención de vaciado
8. Las luces se encienden cuando la presión disminuye a 3 PSI
9. Tubo de presión de aire
11. Tanques de la punta del ala
12. Tanque de combustible del fuselaje
13. Desconexión rápida
14. Trasmisión de la cantidad de combustible
15. Interruptores de presión de combustible
17. Bomba reforzadora

18. Tanques del borde de ataque del ala
19. Válvula de flotador
20. Las luces se encienden cuando la presión disminuye a 3 PSI
22. Bomba reforzadora
23. Filtro de combustible de baja presión
24. Tanques del interior del ala
26. Interruptor de presión de combustible

#### **1.4 Componentes del Sistema de Combustible**

Debido a las diferencias en diseño estructural la ubicación de los componentes del sistema de combustible varía según los aviones. En realidad ciertos componentes de algunos tipos de sistema de combustible no se encuentra en otros.

Los componentes de un sistema de combustible básico son:

- Los tanques
- Las bombas reforzadoras
- Los conductos
- Las válvulas selectoras
- Filtros de combustible.



### 1.4.1 Tanques de Combustible del Avión

Se instalan tanques de distintos tipos y componentes en el sistema de combustible para satisfacer la necesidad del motor del avión.

Los tipos de tanques de combustible de acuerdo a su utilidad son:

**Principales.-** son parte integral de las alas, y de acuerdo con el tipo de avión, muchos tienen en el fuselaje en la parte posterior de la cabina de los pilotos.

**Auxiliares.-** Los tanques auxiliares están en el compartimiento de bombas o en el fuselaje, mientras que otros se instalan externamente, debajo de las alas o el fuselaje.

Estos tanques forman parte del almacenamiento del combustible del sistema. Cada uno de ellos tiene usualmente bombas reforzadoras, o realizan la transferencia por presión de aire..

#### 1.4.1.1 Tipos de Tanques

Los tipos de tanques de combustible por la construcción o materiales que se usan comúnmente incluyen:

- Tanques integrales
- Tanques de obturación automática

- Tanques de vejiga
- Tanques externos

**1.4.1.1.1 Tanques integrales.**- estos tanques forman parte de la estructura del avión. Se sellan secciones del ala y se adaptan para que sirvan de tanques, tal como se ilustra en la figura, diferencia de otros tipos, estos tanques no son desmontables.

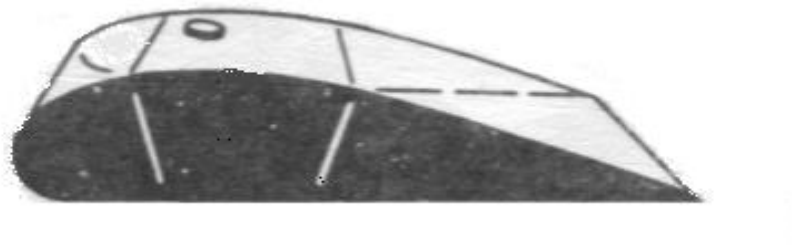


Figura 1.2. Tanque integral de combustible

**1.4.1.1.2 Tanques de obturación automática.**- los tanques de combustible en la mayoría de los aviones de combate son de tipo de obturación automática para evitar o reducir la pérdida de combustible y el peligro de incendio cuando el tanque es perforado por proyectiles o fragmentos de bombas. Por otro lado los tanques de obturación automática tienen ciertas desventajas. Son más pesados, requieren más mantenimiento, contienen menos combustibles que los tanques de metal que ocupan el mismo espacio.

La mayoría de las celdas (tanques) de obturación automática tienen refuerzo externo, o una estructura de apoyo interna.

Usualmente el tanque tiene un colector de aceite, puertas de acero y tubos de ventilación pero pueden no tener desviadores o tubos verticales. El combustible de reserva se llena usualmente en un tanque separado.

Las paredes de la celda están formadas por tres capas principales **el forro interior, el compuesto sellador, y el retenedor exterior**, cada una de esta puede a su vez consistir de varias capas secundarias. El forro interior es el que contiene el combustible y le mantiene alejado de la capa del compuesto sellador. El compuesto sellador se mantiene inactivo hasta que la celda es agujereada. Cuando esto sucede, se dilata para cerrar el hueco, de la acción selladora.

Aun cuando esta acción cierra el hueco, una celda de obturación automática que ha sido perforada no debe continuar en uso, debe ser reemplazada tan pronto como sea factible. El retenedor es la camisa exterior que refuerza la celda y protege el compuesto sellador y el forro inferior. Las celdas que son apropiadas para los combustibles aeronáuticos tienen una línea roja ancha alrededor del tubo de llenado y una explicación a este efecto pintada en la celda. Todos los tanques de obturación automática que se están fabricando en la actualidad son resistentes a los combustibles aeronáuticos.

Las celdas de obturación automática se dañan más fácilmente en los lugares donde el adaptador del tubo de ventilación, el tubo de llenado y otras conexiones se unen a la celda. Como consecuencia más celdas son reemplazadas debido a defectos en las conexiones que a todas las otras fallas combinadas.

La mayoría de los defectos en las conexiones son debidas a la aplicación excesiva de torsión a los tornillos y abrazaderas de la manguera, lo cual tiende a hacer que el caucho se adelgace y se deslice del lugar donde se aplica la presión. Esta acción se conoce como deformación en frío y debido a ello el apretar demasiado los tornillos y abrazaderas de manguera se pueden acusar escapes en vez de prevenirlos.



Figura 1.3. Tanque de obturación automática.

**1.4.1.1.3 Tanque de vejiga.**- otro tipo de tanque no metálico es el de tipo de vejiga.

Consiste usualmente en un grupo de celdas de nylon cada una de las cuales están unidas al interior de una cavidad o retenedor de fibras de vidrio. Cada grupo de celdas tiene conductos de interconexión que funcionan como un solo tanque de combustible.

**1.4.1.1.4 Tanques externos.**- hay tanques auxiliares unidos al exterior del avión.

Estos tanques metálicos se colocan debajo del fuselaje o de las alas a montarse en los puntos de las alas. Los tanques externos están contruidos aerodinámicamente para que ofrezcan la menor resistencia posible al avance. También se pueden lanzar (dejar caer) si es necesario para aumentar la velocidad, maniobrabilidad del avión, para eliminar un peligro de incendio y cuando el avión tenga una emergencia y pueda optar por esta opción.

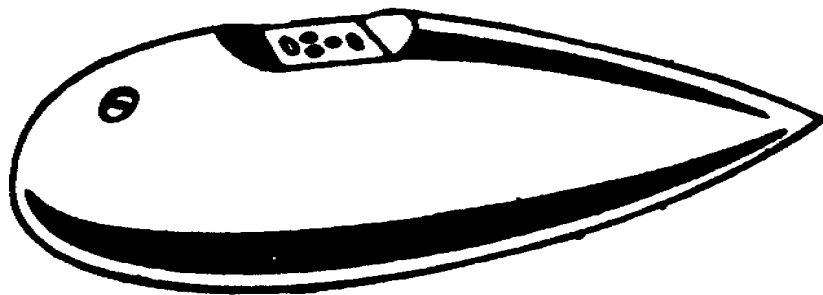
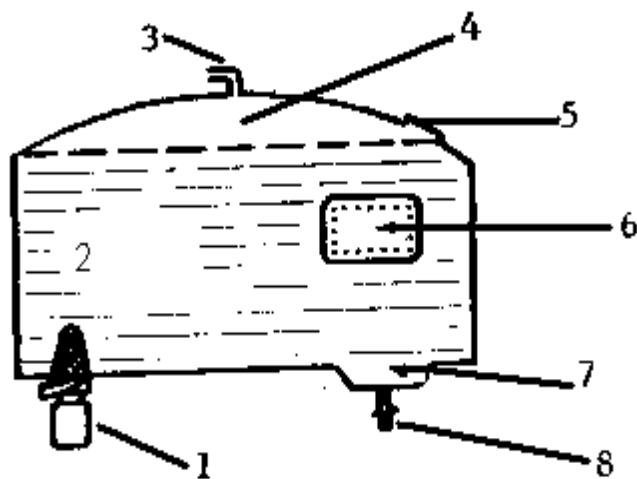


Figura 1.4. Tanque externo de tipo metálico.

**1.4.1.2 Componentes de los tanques.-** Un tanque de combustible debe tener un orificio de llenado, un orificio de ventilación, un colector, puertas de acceso, rebordes de montaje para unidades tales como bombas reforzadoras y medidores de combustible. También se requiere herrajes de interconexión en la mayoría de los aviones para los conductos entre los tanques o entre las celdas de un tanque. Anteriormente dijimos que el sistema de combustible comienza con el tanque. Discutimos ahora el componente que permite utilizar el tanque de orificio de llenado.



- 1.- Bomba reforzadora
- 2.- Combustible
- 3.- Orificio de ventilación
- 4.- Espacio de expansión
- 5.- Orificio de llenado
- 6.- Puerta de acceso
- 7.- Colector
- 8.- Drenaje del colector

Figura 1.5. Componentes del tanque de combustible.

**1.4.1.2.1 Orificio de llenado del tanque.-** el orificio (o cuello) de llenado se encuentra inmediatamente debajo de la parte superior de algunos tanques para que estos no se llenen por completo. El combustible tiene así espacio para expandirse cuando sube la temperatura. Además del cuello del llenado otros aviones tienen un sistema de reaprovisionamiento de un solo punto que llena todos los tanques principales al mismo tiempo mediante un múltiple común.

**1.4.1.2.2 Orificio de ventilación del tanque.-** todos los tanques de combustible tienen un orificio de ventilación a la atmósfera exterior. Está ubicado en el punto más alto del tanque conectado a un conducto que va hasta la superficie del avión.

Uno de los propósitos del orificio de ventilación es igualar la presión del aire en el tanque a la presión atmosférica. Esto evita daños al tanque durante los cambios de altura, cuando las bombas están sacando combustible de los tanques.

Así mismo, los vapores del combustible se expelen de los tanques para impedir que cese el flujo de combustible debido a obstrucciones por vapores, si llegan grandes bolsas de vapores, a la bomba de combustible del motor puede ocurrir una obstrucción por vapor por lo cual la bomba no puede absorber combustible. Sin embargo a grandes alturas se forman algunas bolsas pequeñas o burbujas de vapor en los conductos de combustible. Estas bolsas pasan por la banda a una boquilla de descargue en el obturador del motor. Estos vapores se dirigen entonces por una tubería de retorno al tanque de combustible para ser expedidos fuera de borda. Ahora usted sabe la importancia de controlar las presiones de los tanques y los vapores del combustible.

**1.4.1.2.3 Colector del tanque.-** El colector del tanque es una trampa que recoge la humedad y la suciedad que pueda contener el combustible. El aire que hay en el tanque contiene humedad la cual se condensa y convierte en agua cuando el aire se enfría. Entonces se forma agua en el interior de las paredes del tanque y cae en el combustible, Puesto que el agua es más pesada que el combustible se asienta en la parte más baja del tanque que es el colector. Consecuentemente, se debe abrir diariamente la llave de desagüe del colector para vaciar el agua y la suciedad del tanque. Así mismo, los tanques de combustible se deben llenar al final de las operaciones. Diarias para reducir la condensación.

**1.4.1.2.4 Puerta de acceso del tanque.-** Las puertas de acceso proporcionan una abertura para la limpieza, inspección y reparación de los tanques. Algunas puertas están fijadas con pernos y selladas 4 rebordes reforzados alrededor de

las aberturas de los tanques y las celdas de combustible. Otras puertas están sujetadas a los marcos mediante bisagra.

**1.4.1.2.5 Herrajes del tanque.**- Los tanques de un sistema típico de combustible de avión tienen herrajes para montar varios dispositivos del sistema. Por ejemplo algunos se usan para montar unas o más reforzadoras en un tanque. Otras se emplean para instalar dispositivos tales como unidades medidoras y de central del nivel de combustible y otros se utilizan para interconectar los distintos tanques y celdas de combustible sin importar como se usan los herrajes del tanque, son usualmente los primeros dispositivos del sistema de combustible que fallan.

Quizás la razón más común de su falla, especialmente los que se usan para las puertas de acceso y las bombas, es la torsión inadecuada. Debido a que la mayoría de los escapes de combustible de los tanques ocurren en estos herrajes deben comprobarse cuidadosamente durante las inspecciones. Ahora llegamos a las funciones de los componentes típicos del sistema de distribución del combustible.

## **1.4.2 Bombas de Combustible del Avión**

Están unidas al exterior o sumergidas en el fondo de los tanques, están conectadas a conductos a través de los cuales abastece combustible al sistema del motor.



**1.4.2.1 Bomba Reforzadora del Combustible.-** La función principal de la bomba reforzadora del combustible es suministrar combustible bajo presión de uno o más tanques en la entrada de la bomba impulsada, por el motor eléctrico. Esto es necesario particularmente a grandes alturas y evitar que la presión en el lado de succión de la bomba impulsada por motor llegue a ser tan baja que permita que el combustible hierba. La bomba reforzadora pasa combustible de un tanque a otro y suministrar combustible bajo presión al cebado para la puesta en marcha del motor.

**1.4.2.1.1 Finalidad.-** La bomba reforzadora tiene varias finalidades.

Se usa para:

1. Enviar combustible a presión, libre de vapores de combustible impulsada por el motor a grandes alturas. Esto es necesario para evitar que falle el sistema de combustible a causa de formación de obstrucciones de vapor.
2. Suministrar la presión de combustible para la puesta en marcha del motor.
3. Suministrar la presión de combustible para las comprobaciones de funcionamiento que se efectúan mientras el motor no está en funcionamiento.
4. Transferir el combustible entre los depósitos.

**1.4.2.1.2 Ubicación.-** Algunas bombas reforzadoras son semi sumergidas en los depósitos de combustible, pero la mayoría están montadas de tal manera que se encuentren sumergidas en el depósito.

**1.4.2.1.3 Construcción.-** La bomba reforzadora de combustible es una bomba centrífuga impulsada por un motor eléctrico.

Esencialmente, una bomba centrífuga consiste en una caja con un acoplamiento surtidor y un impulsor rotativo.

El combustible entra en la raja a través de la malla, pasa por el impulsor y es descargado por el orificio de salida.

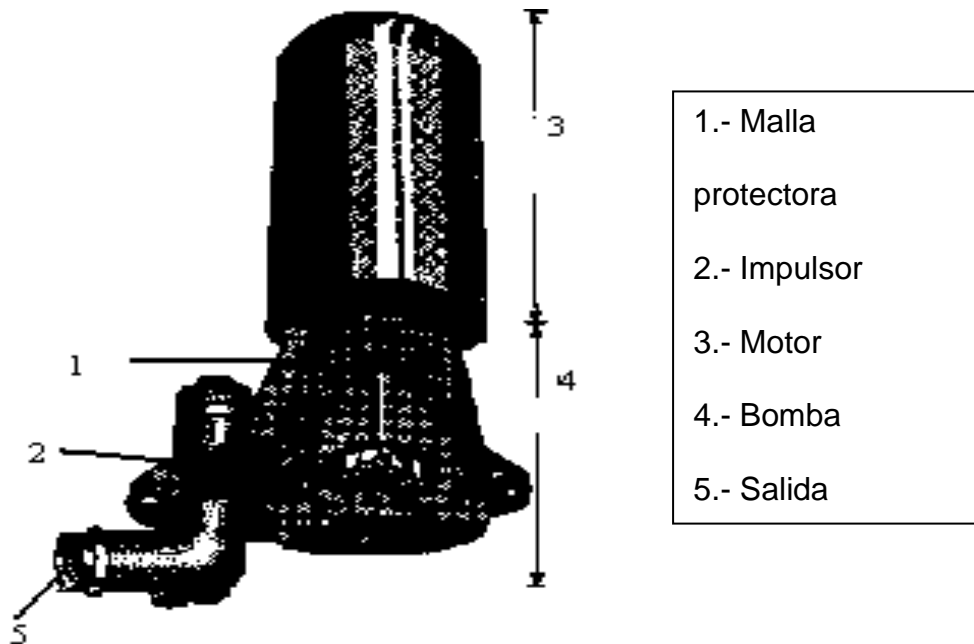


Figura 1.6.a) Bomba reforzadora

**1.4.2.1.4 Funcionamiento.-** La bomba reforzadora ejecuta dos trabajos.

1. Separa el aire y los vapores del combustible líquido.

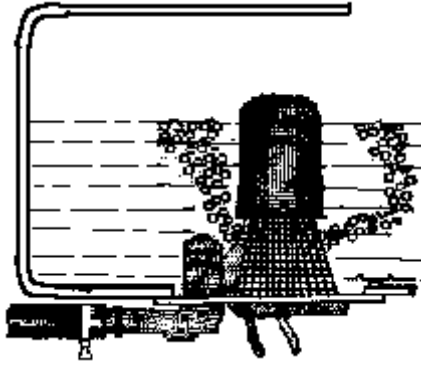


Figura 1.6.b) Bomba reforzadora

2. Descargar combustible bajo presión. La fuerza centrífuga causada por la rotación del impulsor suministra la presión de salida. Por lo tanto, la velocidad del motor de la bomba determina la presión de la bomba.

Las bombas centrífugas no son bombas de desplazamiento positivo, por esa razón no se necesita una válvula de relevo. De este modo cuando se detiene el flujo obstruyendo el tubo de salida, solamente se experimentará un pequeño aumento en la presión.

#### **1.4.2.1.5 Inspección y Conservación.**

Durante la inspección de prevuelo, el mecánico hará lo siguiente:

1. Examinar las bombas para ver si tienen escasez de combustible, chequeándolas visualmente o en sus indicadores.
2. Comprobar el funcionamiento de la bomba conectando los interruptores de las bombas y escuchando si funcionan.

3. Comprobar el sello de vaciado de la bomba reforzadora para ver si tiene escapes internos.
4. Comprueba todas las conexiones eléctricas.

#### **1.4.2.2 Tipos de bombas reforzadoras de combustible.**

**1.4.2.2.1 Bomba Reforzadora del tipo centrífugo.-** La bomba reforzadora está montada a la salida del tanque en un colector de aceite sumergida en la celda del combustible. Observe que la bomba reforzadora en la figura tiene un impulsor movido por un motor eléctrico. Esta es una bomba de tipo centrífuga. Las obturaciones entre el impulsor y la reacción de potencia evitan el escape del combustible o vapores dentro del motor.

Cualquier líquido o vapor que se escape más allá de la obturación escapa por el desagüe. Como una precaución adicional se hace circular aire alrededor del motor.

Al entrar el combustible del tanque a la bomba el impulsor giratorio lo arroja hacia fuera a gran velocidad. El combustible es forzado a través de la salida dentro del sistema. El aire y el vapor siendo más livianos que el combustible, se acumulan en el centro del impulsor y se regresan al tanque. Como una bomba de tipo centrífuga no tiene un desplazamiento positivo, no es necesario una válvula de alivio.

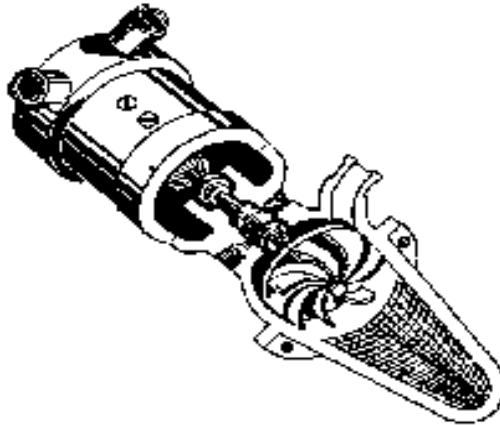


Figura 1.7. Bomba reforzadora tipo centrífugo.

**1.4.2.2 Bomba Reforzadora del tipo de paleta deslizable.-** Aún cuando el tipo centrífugo es el más común también hay una bomba reforzadora del tipo de paleta deslizable. Este tipo también es impulsado por un motor eléctrico.

A diferencia del tipo centrífugo, esta no tiene acción centrífuga para separar el vapor del combustible y debe tener una válvula de alivio para evitar la presión excesiva.

**1.4.2.3 Bomba de combustible impulsada por el motor.-** La bomba de combustible impulsada por motor debe abastecer de combustible al carburador u otro dispositivo medidor a la presión especificada para la unidad en particular.

Esta presión debe ser uniforme y no debe haber interrupción del suministro de combustible a cualquier altitud a la cual puede volar el avión.

Observe como llevan las paletas el combustible desde la entrada a la salida al girar el rotor en la dirección indicada. Una obturación evita escapes en el lugar

donde el eje impulsor entra en la bomba, y un desagüe lleva hacia fuera cualquier combustible que se escapa más allá de la obturación. Como el combustible proporciona suficiente lubricación no es necesario una lubricación especial.

Una bomba del tipo de paleta tiene un desplazamiento positivo. Esto significa que lleva una cantidad definida de líquido desde la entrada hasta la salida por cada rotación del impulsor. Como la bomba de combustible tiene un desplazamiento positivo y normalmente descarga más combustible que el que requiere el motor, debe haber alguna manera de aliviar el exceso de presión. Observe como la válvula de alivio permanece cerrada hasta que la presión llega al máximo. Luego se abre y devuelve el exceso de rendimiento hacia el lado de entrada de la bomba.

La presión a la cual se abre la válvula de alivio depende de la tensión del resorte y de la presión del aire de arriba del diafragma

La presión de salida de la bomba se ajusta regulando la tensión del resorte. En algunos aviones la cámara arriba del diafragma tiene salida hacia la atmósfera, en otros una tubería de compensación la conecta a la entrada del carburador. Con la tubería de compensación la presión arriba del diafragma es siempre igual a la presión del aire en la entrada del carburador; por consiguiente, la presión de salida de la bomba es igual al ajuste del resorte más la presión de entrada de aire del carburador. Todas las instalaciones de los turbocompresión tienen la tubería de compensación, de la manera que la presión al nivel del mar de la bomba puede mantenerse hasta la altitud crítica del motor.

La bomba de combustible impulsada por el motor está diseñada de manera que bombee en cualquier dirección con igual eficiencia. Para invertir la dirección de rotación. La válvula de alivio debe sacarse girarse 180 grados centígrados y reinstalarse. Antes de instalar una bomba compruebe siempre la posición de la válvula de alivio de acuerdo con la placa de instrucción adherida a la cubierta. Si la válvula de alivio está colocada en posición incorrecta, todo el combustible será devuelto a la entrada de la bomba y ninguna llegará al carburador.

La bomba impulsada por el motor tiene una válvula de derivación de manera que el combustible pueda fluir alrededor del rotor cuando la bomba no está girando. En la ilustración que muestra el flujo de duración se abre esta válvula de manera que la bomba reforzadora pueda enviar combustible directamente al carburador. De esta manera el combustible no pasa por la bomba impulsada por el rotor, durante el arranque y en caso de fallar de esta misma bomba.

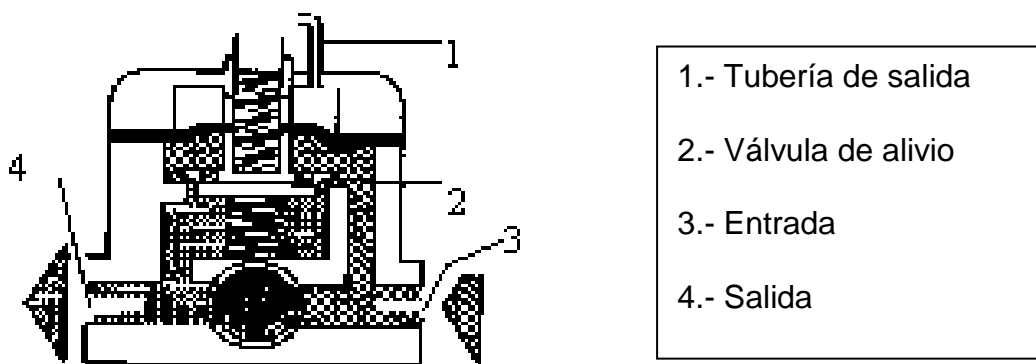


Figura 1.8. Bomba de combustible impulsada por motor.

### 1.4.3 Conductos de combustible del avión

Los conductos de combustible son ya sea de tubería metálica o de manguera flexible. Los conductos metálicos están hechos usualmente de aleación de aluminio recocido, mientras que las mangueras flexibles hechas de caucho sintético y tela.

Los conductos de combustible se instalan sin curvas agudas para reducir la posibilidad de flujo limitado, como se ilustra en la figura.



Figura 1.9.a) Instalación de un conducto de combustible (Dobladura).

Los tramos verticales se reducen al mínimo para reducir las posibilidades de obstrucciones por vapor. Evite instalar las mangueras flexibles torcidas.

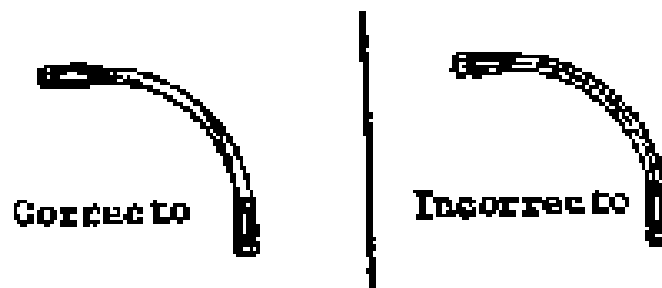


Figura 1.9.b) Instalación de un conducto de combustible (Torsión).



Una manguera torcida puede aflojar probablemente sus conexiones cuando se somete a presión. Para sostener los conductos y evitar el rozamiento con miembros estructurales, se instalan grapas a intervalos frecuentes.

Se usan virolas para proteger los conductos en los sitios en donde atraviesan mamparas.

Al reemplazar las mangueras flexibles, usted debe poder identificar el tipo requerido. Una manguera se identifica mediante las marcas de especificación que tiene en toda su extensión. Por ejemplo una franja roja continua indica que la manguera es de obturación automática y resistente a los aromas. Otros tipos se identifican por franjas divididas, franjas continuas, puntos o una combinación de un par de estas marcas. Las marcas pueden ser blancas o rojas, según el tipo de manguera que representen se identifica al fabricante por nombre, una clave de puntos y guión o un número clave de cinco dígitos.

Las mangueras flexibles no solo se usan como conductos de combustible sino también para conectar tuberías metálicas a otras tuberías y otras unidades del sistema de combustible para absorber la vibración.

#### **1.4.3.1 Tipos De Mangueras Flexibles Para El Combustible**

- De Obturación automática
- No de Obturación automática.

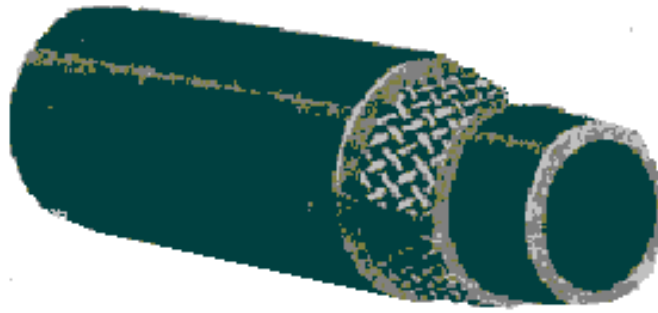


Figura 1.10. Manguera de obturación automática.

Hay también un tipo especial resistente a la temperatura donde la manguera está sometida a un grandes temperaturas. Las tres capas de la manguera de obturación automática. La acción de obturación difiere aquí de la celda de combustible de obturación automática en que es mayormente una acción mecánica.

La acción de obturación se lleva a cabo por la presión de la trenza tejida fuertemente en el forro interior. Una ligera dilatación de la manguera completa la acción.

Cuando la manguera es agujereada, la presión de la trenza tejida fuertemente en el forro interior sintético cierra la manguera. Una ligera dilatación del forro interior completa la acción de obturación.

La manguera de obturación no automática tiene dos o más capas de tela entre el forro interior y la cubierta exterior. La manguera de obturación no automática.

#### **1.4.4 Válvulas de Combustible del Avión**

Son componentes del sistema que se usan para controlar y seleccionar el flujo de combustible en todo el sistema del avión, de los tanques hasta el motor. Estas válvulas deben acomodar la capacidad del flujo total en las tuberías de combustible, no deben tener escapes y deben seleccionar fácilmente con sensación o un sonido de clic definido cuando está en la posición correcta.

**1.4.4.1 Finalidad.-** Las válvulas controlan el flujo de combustible. Ellas solamente tienen las posiciones abierta y cerrada. Existen tres tipos de válvulas de paso: manual impulsada por motor y de solenoide.

Elas son usadas en diversas formas en las diferentes instalaciones de los sistemas de combustible del avión.

**Nota.-** La válvula debe ser montada de tal manera que la flecha que tiene la caja tenga la misma dirección que sigue el flujo de combustible.

#### **1.4.4.2 Inspección y Conservación**

##### **1.4.4.2.1 Durante el Prevuelo.**

1. La inspección visual para ver escapes internos y seguridad en el montaje.
2. Comprobación de funcionamiento.

### **1.4.4.3 Tipos de válvulas de combustible.**

En todo el avión existen las siguientes válvulas:

Válvulas selectoras

Válvula de retención

Válvula de cierre.

**1.4.4.3.1 válvulas selectoras.-** Sirven para dirigir al flujo de combustible de un tanque a todos los motores o permiten que un motor obtenga combustible de uno de los varios tanques. Estas válvulas pueden funcionar manual o electrónicamente.

Estas válvulas pueden tener de tres o veinte aberturas u orificios, dependiendo del número de combinaciones de flujo que se necesitan.

**1.4.4.3.1.1 Tipos de válvulas selectoras.-** las más comunes tiene tres o cuatro orificios y son de tres tipos principales.

Válvula selectora del tipo de vástago

Válvula selectora del tipo de cono

Válvula selectora del tipo de disco o de tapón.

**1.4.4.3.1.1.1 Válvula selectora del tipo de vástago.-** Tiene una válvula de vástago individual en cada abertura de entrada, una lleva en el mismo eje de la

horquilla abre las válvulas del vástago cuando se hace girar la horquilla. Observe como la leva levanta la válvula de vástago superior de su asiento cuando la manivela de control se pone en el tanque número 2. Esto abre el paso desde este tanque al motor. Al mismo tiempo una parte levantada de la placa indicadora dentro de una muesca el tubo de la leva. Esto produce el “clic” que indica que la válvula está en la posición de completamente cubierta. Coloque siempre al tacto la manivela de control en vez de usar la marca del cuadrante indicador.

El mecanismo de indicación también mantiene la válvula en la posición deseada y evita el deslizamiento debido a la vibración el motor. Algunas válvulas tienen más de una parte levantada en la leva, de manera que se pueden abrir al mismo tiempo dos o más conductos.

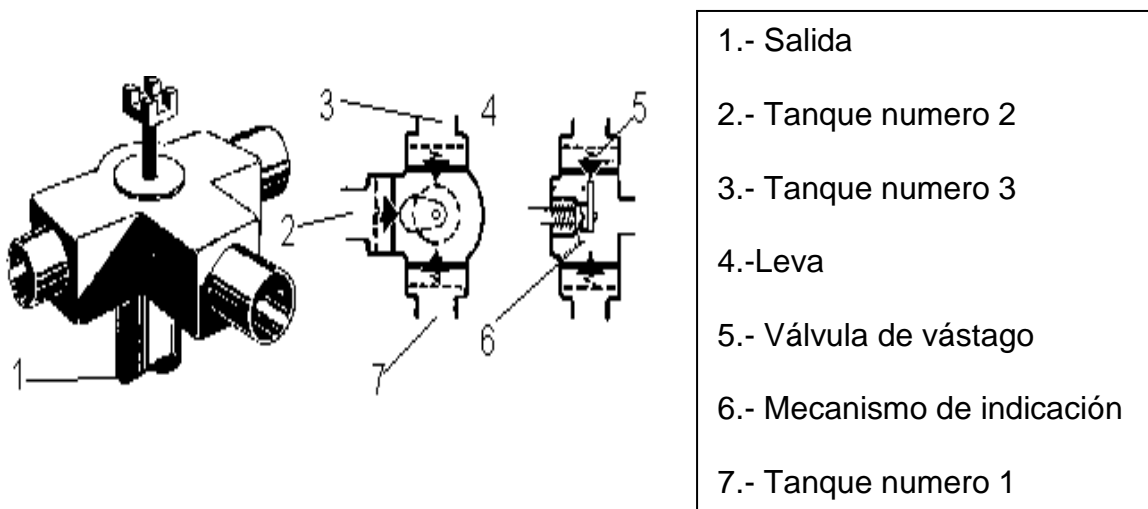


Figura 1.11. Válvula selectora del tipo de vástago.

**1.4.4.3.1.1.2 Válvula selectora del tipo de cono.-** La válvula selectora del tipo de cono tiene una cubierta ya sea de metal o de aluminio con una superficie de corcho.

El cono que se ajusta dentro de la cubierta gira por medio de un control en la cabina.

Para abastecer combustible desde el tanque conveniente, el control de la cabina se hace girar hasta que los pasajes en el cono se alineen con las aberturas correctas en la cubierta. Un mecanismo de indicación ayuda a colocar y mantener el cono en la posición apropiada. Algunas válvulas del tipo de cono tienen un mecanismo de liberación de la fricción que reduce la torsión giratoria y se puede ajustar para evitar escapes.

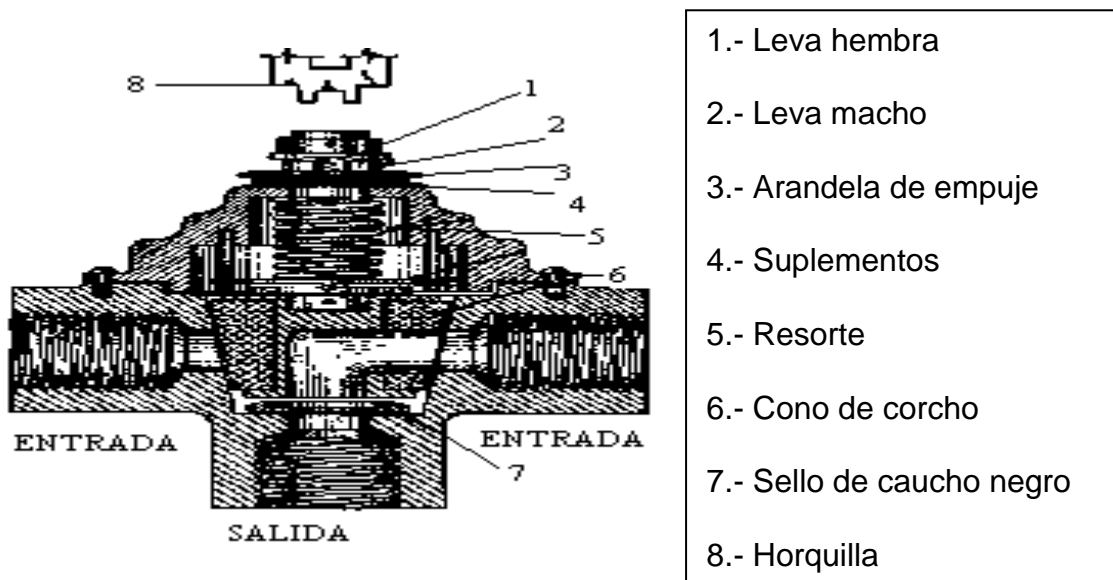


Figura 1.12. Válvula selectora del tipo de cono.

**1.4.4.3.1.1.3 Válvula selectora del tipo de disco.**- El rotor de la válvula selectora del tipo disco encaja dentro de un orificio cilíndrico en el cuerpo de la válvula. Observe que el rotor tiene un conducto abierto y varios discos obturados uno para conducto en la cubierta. Para escoger un tanque, se hace girar el rotor hasta que

su conducto abierto se alíne con el conducto por el cual se desea el flujo de combustible.

Al mismo tiempo, los discos obturadores cubren las otras aberturas para evitar el flujo de combustible. Un resorte en cada disco obturador lo mantiene contra la superficie del orificio cilíndrico y asienta el disco sobre la abertura que cubre. El detalle del mecanismo de indicación muestra como la bola de resorte es forzada dentro de una depresión en el anillo de trinquete cuando los conductos están alineados apropiadamente. En una posición el rotor cubre todos los conductos de entrada y cierra el flujo de todos los tanques.

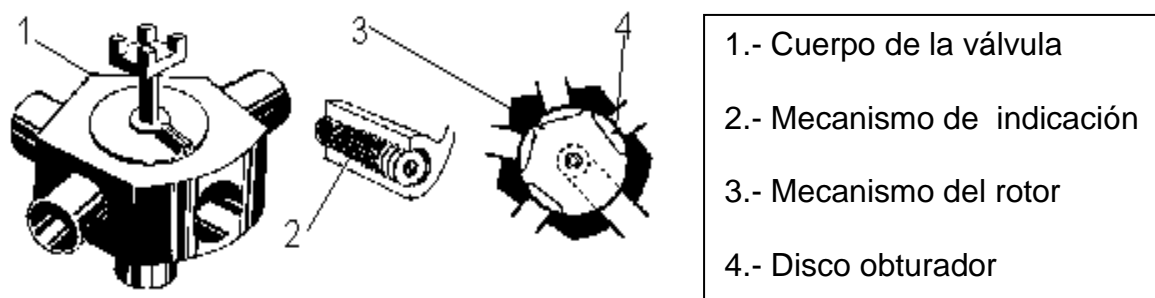


Figura 1.13. Válvula selectora del tipo de disco.

**1.4.4.3.2 Válvulas de retención.-** Se usan en los conductos de las salidas de los tanques en muchos aviones. Evita que el combustible retroceda en un conducto en el cual se necesita que fluya en una sola dirección.

El flujo de combustible en la dirección adecuada abre la válvula. Cuando cesa un pequeño resorte mantiene la aleta cerrada a la presión de combustible aplicada contra el lado incorrecto de la aleta solamente la mantendrá cerrada más firmemente. Para asegurarse del funcionamiento correcto instale siempre las

válvulas de retención con la flecha del alojamiento apuntando en la dirección en que debe fluir el combustible.

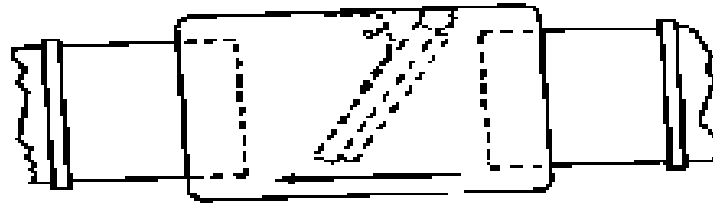


Figura 1.14. Válvula de retención.

**1.4.4.3.3 Válvula de cierre.**- Las válvulas de cierre tienen dos posiciones abiertas y cerradas.

Están instaladas en el sistema que se pueden cerrar el flujo para evitar pérdida de combustible cuando se está sacando una unidad o cuando está dañada una parte del sistema.

En algunas instalaciones ellas se usan para controlar el flujo durante el traslado del combustible. Son operadas manual o eléctricamente. Algunos sistemas tienen válvulas operadas por solenoide, de dos posiciones, para la selección de tanque a motor.

#### **1.4.4.3.3.1 Tipos de Válvula de Cierre**

Válvula de cierre de vástago.

Válvula de cierre motorizada de compuerta

Válvula de cierre operada por solenoide



#### 1.4.4.3.3.1.1 Válvula de cierre de vástago.

Está construida igual por la válvula selectora con la única diferencia que la primera tiene solamente dos orificios.

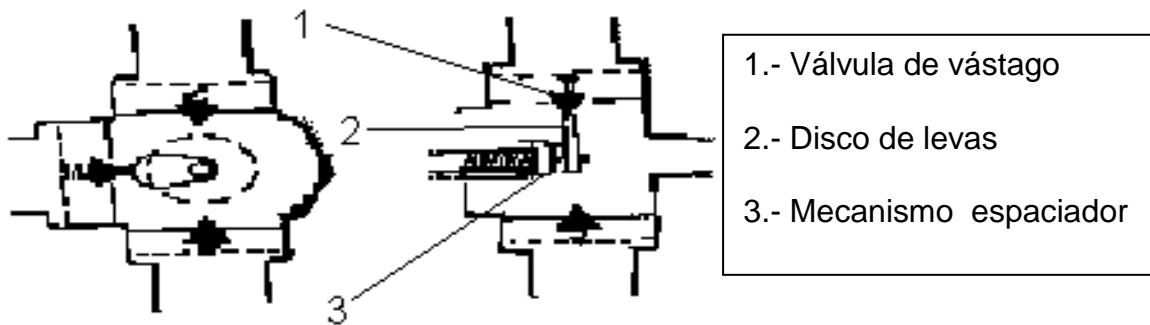


Figura 1.15. Válvula de vástago.

#### 1.4.4.3.3.1.2 Válvula de cierre motorizada de compuerta

La válvula se abre o cierra cuando el motor hace girar el impulsor. El impulsor está empalmado a un brazo que baja la compuerta hacia la posición abierta o la sube hacia la posición Cerrada.

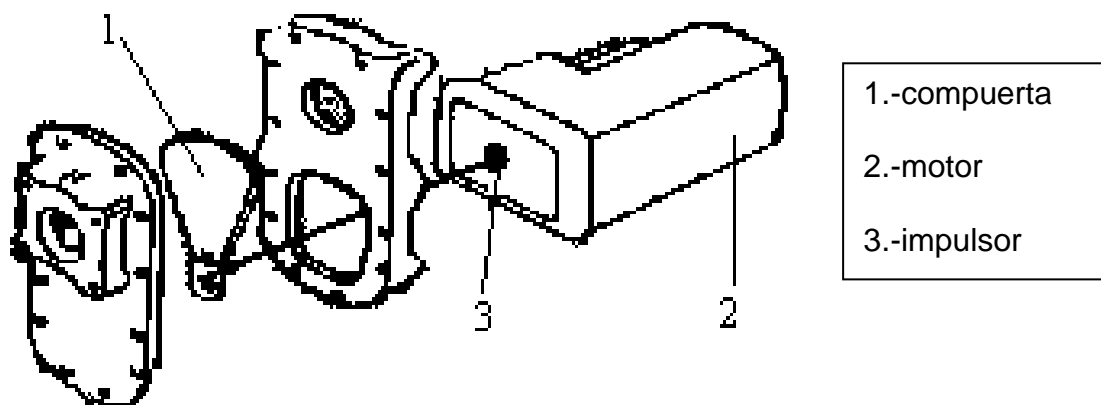


Figura 1.16. Válvula de compuerta.



#### .4.4.3.3.1.3 Válvula de cierre operada por solenoide.

La válvula es del tipo de pistón. Dentro de la culata de la válvula hay dos solenoides que se controlan mediante un interruptor unipolar de dos movimientos. Cuando el interruptor se mantiene momentáneamente en la posición **conectada** se excita el mayor de los dos solenoides y se abre la válvula. Al abrirse la válvula un pasador de seguridad se asienta en el núcleo del solenoide y mantiene la válvula abierta.

Se usa corriente eléctrica solo un instante para abrir la válvula pero no se necesita para mantenerla así. Para cerrarla se mueve momentáneamente el interruptor a la posición **desconectada**.

Se excita el solenoide más pequeño y hala el pasador de seguridad. Es resorte de la válvula entonces se cierra. Observe también que la dirección del flujo es indicada por una flecha en la caja. Si entrara combustible con poco de presión por el extremo incorrecto de la válvula, se podría alzar el pistón de su asiento.

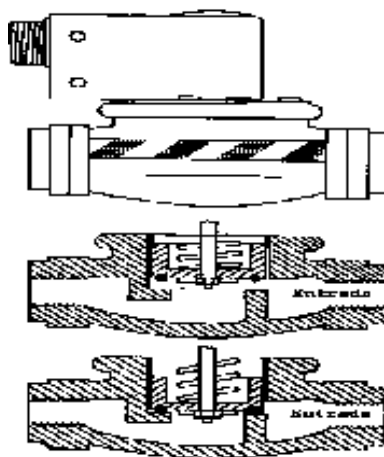


Figura 1.17. Válvula de cierre operada por solenoide.

Para poder comprobar la operación de las válvulas o si tienen escapes internos, usted debe conocer primero la disposición del sistema de su avión en particular.

Coloque las válvulas a excepción de la que se va a comprobar de manera que el conductor esté abierto de una bomba reforzadora de un carburador. Teniendo esa válvula cerrada conecte la bomba reforzadora. Si la válvula no tiene escape la presión de la válvula reforzadora no puede llegar al carburador y la presión de combustible indicada será cero. Por lo tanto cuando abre la válvula debe haber inmediatamente una indicación de presión.

#### **1.4.5 Filtros de combustible.**

Agua y sedimento pueden estar presentes en el sistema de alimentación de combustible, o pueden entrar en el sistema cuando está siendo abastecida.

Estas impurezas deben quitarse antes de que el combustible llegue a la bomba impulsada por el motor y el carburador. Los dedales coladores en las salidas del tanque del combustible ayudan a evitar que el polvo se introduzca en las tuberías.

La unidad de filtración principal sin embargo es el filtro de la tubería principal.

**1.4.5.1 Finalidad.-** La finalidad de estos filtros es quitar las impurezas sólidas que pueda contener el combustible y recoger el agua que no haya sido atrapada en el colector del depósito de combustible. Ellos están situados entre los depósitos y la bomba impulsada por el motor.

**1.4.5.2 Construcción y Funcionamiento.-** Un filtro de combustible consiste en una caja de dos secciones; una cabeza que contiene un orificio de entrada, un orificio de salida y dos válvulas de relevo una caja, dos elementos filtradores hechos de un papel especial y una válvula de drenaje de grifo.

El flujo de combustible a través de este filtro es del exterior del filtro hacia adentro de los elementos. Las válvulas de relevo garantizan un curso para el flujo de combustible en el caso de que el filtro se llegara a atascar

Para cambiar el elemento del filtro, sáquelo de la caja. En una emergencia el elemento filtrador puede ser limpiado; pero por regla general se bota cuando está sucio y se reemplaza con uno nuevo.

**1.4.5.3 Precaución.-** Las válvulas de paso de los depósitos tienen que ser cerradas antes de quitar el elemento filtrador. El grifo permite extraer cualquier acumulación de agua y sedimentos que haya en el colector.

#### **1.4.5.4 Inspección y conservación**

##### **1.4.5.4.1 Durante el prevuelo.**

- a) Abra la válvula de cierre automático de vaciado que se encuentra en el fondo del filtro y examine si hay agua o suciedad.

#### 1.4.5.4.2 Inspecciones periódicas.

- a) Reemplace los elementos filtradores de papel.

**Nota:** después reemplazar el filtro abra la válvula manual de paso, ponga a funcionar las bombas reforzadoras, saque el aire.

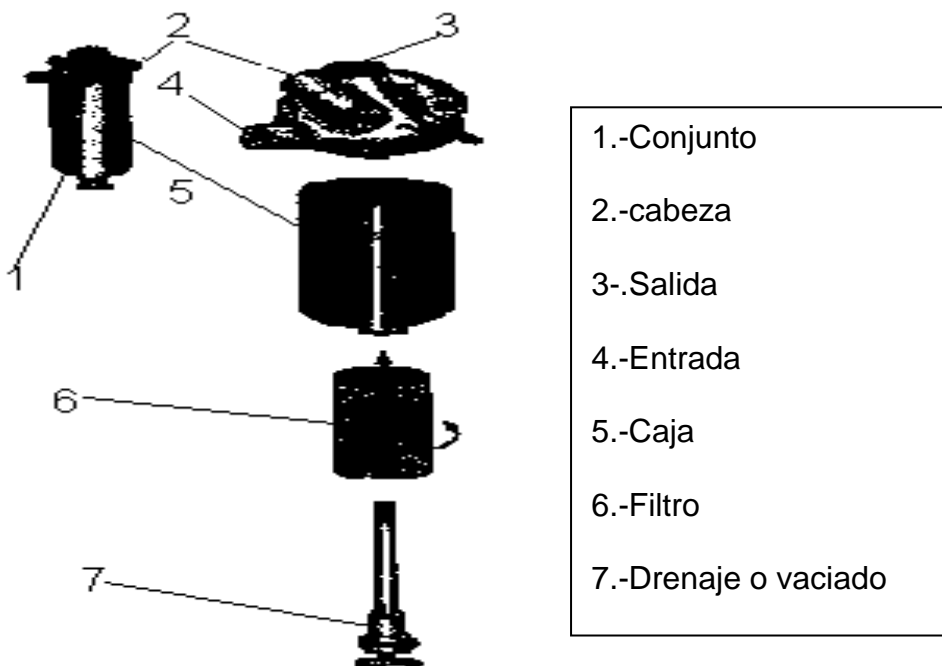


Figura 1.18. Filtro de combustible de baja presión.

#### 1.4.5.5 Tipos De Filtros

- Filtro de malla
- Filtro de Purolator

**1.4.5.5.1 Filtro de malla.-** el elemento filtrador de malla se saca y se limpia periódicamente mientras que el Purolator tiene un elemento del papel que se cambia a intervalos designados, en forma muy parecida al filtro de aceite de su automóvil.

En el de malla el combustible entra por el lado y pasa por la parte del cilindro de la malla o hacia arriba a través de la malla interior cómica.

Esta construcción proporciona una mayor superficie filtradora en una unidad compacta.

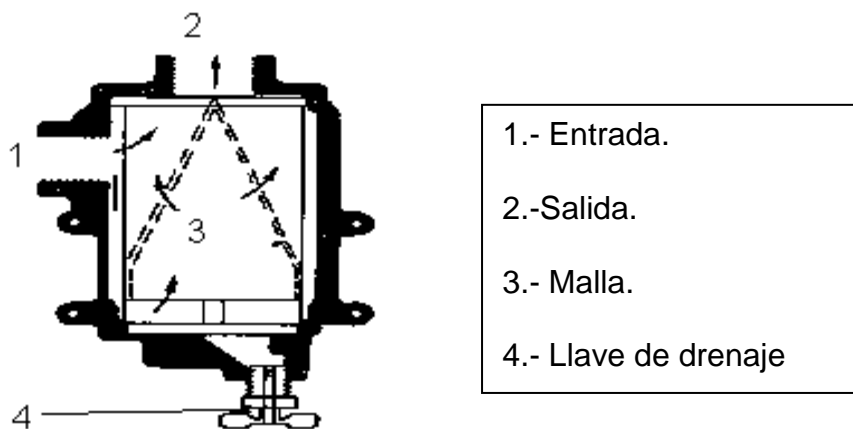
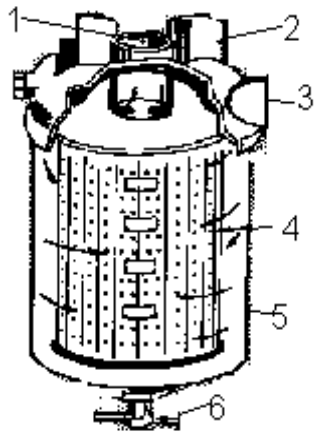


Figura 1.19. Filtro de combustible de malla.

**1.4.5.5.2 Filtro Purolator.-** El combustible entra a través del elemento filtrador y sube a través del núcleo hueco. Dos válvulas de alivio permiten que el combustible se desvíe del elemento en caso de que el filtro ofrezca demasiada resistencia al flujo.

Cuando quite y limpie un filtro, compruebe si hay partículas que pueden indicar el deterioro de las mangueras o de los tanques de obturación automático.



- 1.- Salida.
- 2.- Válvula de alivio.
- 3.- Entrada.
- 4.- Elemento filtrador
- 5.- Caja.
- 6.- Llave de drenaje

Figura 1.20. Filtro de combustible purolator.



## **CAPITULO II**

### **VERIFICACION DE FALLAS**

#### **2.1 Fallas En Los Tanques De Combustible**

Los agentes de contaminación generalmente se alojan en los tanques para contaminar el sistema de combustible generalmente son partículas sólidas y de suciedad, de arena, de óxido, de pintura y de metal, que entran al sistema de combustible por las tapaderas de la boca de llenado y que se mueven progresivamente a través del sistema.

Si se descubre la contaminación de combustible con prontitud, se limpian aquellos tanques que están provistos de tapaderas de llenado puede que no sea necesario limpiar todo el sistema.

También otro agente muy peligroso sería el agua de lluvia ya que es la que podría ocasionar oxidación tanto externa como interna pudiendo formarse partículas sólidas en el interior de los tanques tales como los llamados hongos, los cuales al circular por el sistema causarían severos daños pudiendo hasta llegar a dañar en su totalidad todo el sistema.

Otro de los agentes que afectan a los tanques y en especial a todos los tanques exteriores del avión T-33A (avión escuela) es el factor tiempo, medio

ambiente, ya que el tiempo que el avión permanezca a la intemperie causa daños muy críticos para dichos tanques.

También se debe tomar en cuenta que los tanques por lo general deben tener almacenados al menos un poco de combustible, esto es, para evitar la oxidación internamente y con esto evitar que las celdas, válvulas flotadoras, transmisores, bombas reforzadas y todos los elementos que van instalados internamente en los tanques de combustible se dañen o se corroan.

### **2.1.1 Escape del combustible.**

El escape de combustible de los tanques del avión T-33A se puede dar por muchos factores ya sean internas o externas y estos pueden ser los siguientes:

- Depósitos de combustible defectuosos o rotos
- Accesorios de interconexión, unión roscada o tuberías mal alineadas o flojas.
- Boca de llenado mal ubicada o floja.
- Costuras mal unidas
- Corrosión o rozamiento de los tanques.
- Empaques de protección mal ubicados o defectuosos.

## **2.2 Fallas En Las Bombas De Combustible**

Las fallas en las bombas de combustible de los aviones en general son muy evidentes debido a su complejidad tanto por su construcción como su funcionamiento y estas fallas muchas veces se dan por el mal funcionamiento, la mala manipulación o el mal mantenimiento, la mala lubricación ya que es el mismo combustible el cual lubrica a todas las partes móviles de las bombas para quitar oxidaciones, atascamientos y por ende el mal funcionamiento de la bomba en general.

### **2.2.1 Perdida de combustible.**

Las fallas más comúnmente encontradas son las siguientes:

- Consumo excesivo de combustible.
- Perdida de combustible a través del vaciado del sello de la bomba.
- Empaques rotos o mal ubicados.
- Sello del motor de la bomba defectuoso.
- Endurecimiento de las partes móviles de la bomba.
- Consumo excesivo de corriente.
- Conjunto de las escobillas defectuosas.

## **2.3 Fallas En Las Válvulas De Combustible**

Las válvulas pueden tener muchas fallas ya que constituyen como unas llaves que sirven para dar o no paso al flujo de combustible y el mismo puede ser causante de ocasionar una falla cuando está provisto de suciedad y por ende puede hasta destruir totalmente a las válvulas.

Otros agentes pueden ser la ubicación ya que debe ser correcta y adecuadamente, también la presión con que es enviado el combustible por la bomba afecta en gran parte a las válvulas.

Para comprobar si existe falla se puede hacer por medio de una inspección visual para ver si hay escape de combustible.

### **2.3.1 No Hay Combustible En El Motor**

Esto es ocasionado fundamentalmente por que existe fallas en cualquiera de los tipos de válvulas que tiene el sistema de combustible, las fallas más comunes encontradas se deben a los siguientes defectos de las válvulas:

- Válvula mal ubicada o mal montaje.
- Resorte interno de la válvula defectuoso o roto.
- Obturación total en la salida de las válvulas.
- Válvulas motorizadas de cierre tuvieran cortocircuito.
- Respiradero obstruido.
- Conexiones eléctricas defectuosas.

## **2.4 Fallas En Los Filtros De Combustible**

El agente primordial para ocasionar falla en los filtros sería la suciedad que proviene en el combustible ya que puede dañar e incluso la unidad filtradora, también ocasionaría una falla la obturación total o parcial del colector de drenaje de agua ya que al no drenar el agua podría ocasionar fallas internas en el filtro e inclusive en todo el sistema.

### **2.4.1 Flujo De Combustible Reprimido**

- Unidad de filtración sucia en el colector.
- Filtros flojos o mal montados
- Obturación por suciedad a la salida de los filtros.
- Colector de drenaje de agua dañado o defectuoso.

## **2.5 Fallas en las cañerías y mangueras de combustible.**

Especialmente las fallas de las cañerías o tuberías se dan por el mal mantenimiento a las mismas ya que deben estar bien instaladas de acuerdo con lo que digan las órdenes técnicas, deben ir por sitios específicos para evitar que otros agentes puedan ocasionar torceduras o hendiduras en diferentes partes.

### **2.5.1 Escape De Combustible**

- Accesorios de interconexión mal alineados o flojos.

- Cañerías o tuberías rotas o defectuosas.
- Dilatación de las tuberías.
- Torceduras o hendiduras en las cañerías o tuberías.
- Tuberías de combustible atascadas.

## **CAPITULO III**

### **DESMONTAJE**

Para realizar el desmontaje de los componentes del sistema combustible de los aviones escuela debemos hacerlo tomando todas las medidas de seguridad necesarias para no ocasionar accidentes y no dañar las partes que conforman este sistema. Estas normas o medidas son las siguientes:

#### **3.1 Utilización De La Orden Técnica**

Para realizar cualquier operación así como el desmontaje de todos los componentes del sistema de combustible deben hacerlo mediante un seguimiento estricto de las Ordenes Técnicas. En las cuales constan todos los procedimientos, pasos, normas, etc., para realizar un adecuado trabajo sin fallas, sin equivocaciones y lograr un trabajo con calidad.

La orden Técnica nos indica la herramienta a utilizar, los ajustes que se deben realizar, hasta la manera de manipular cada uno de los componentes del sistema de combustible.

#### **3.2 Precauciones Y Cuidados Que Se Deben Tomar**

Para realizar trabajos en aviación se deben tomar en cuenta todas las precauciones y cuidados que sean necesarios y así mucho más al trabajar en un

sistema que es muy importante y peligroso como es el sistema de combustible del avión T-33A ya que este sistema podría ocasionar incendios e inclusive una explosión; es por esto, que es necesario saber el funcionamiento correcto de este sistema, conocer todas sus partes, tener el espacio físico adecuado para poder laborar fácilmente, etc.

### **3.3 Manejo Adecuado De Las Herramientas Y Equipos**

Se debe utilizar las herramientas adecuada para efectuar el desmontaje de todos los elementos que conforman el sistema de combustible ya que existen herramientas para cada tipo de trabajo y se les debe dar el manejo o el trato apropiado para que no se dañen o se rompan.

También existen equipos que son específicos para cada tipo de reparación o trabajo que vayamos a realizar, y se deben usar adecuadamente para poder lograr un trabajo que esté en óptimas condiciones.

Tanto a las herramientas como a los equipos se debe dar un mantenimiento apropiado para que tengan un régimen de operación muy bueno.

Es recomendable que todas las herramientas y equipos se tengan en un lugar visible , que estén ordenados y limpias.



### **3.4 Aproveccionamiento Del Sistema De Combustible Del Avión**

El aprovisionamiento del sistema de combustible consiste en el llenado y vaciado de los tanques. Cuando se aprovisiona el sistema de combustible de un avión pueden existir condiciones extremadamente peligrosas debido a la presencia de vapores altamente inflamables. Hay precauciones específicas que se deben tomar en cuenta para evitar incendios y explosiones eliminando o controlando las fuentes de ignición de los vapores de combustible.

Algunas de las precauciones importantes que se aplican a la preparación de todos los aviones de motores para el aprovisionamiento del sistema de combustible son las siguientes:

- No carrete el avión hacia o desde la zona de aprovisionamiento más bien, remólquelo con un tractor.
- Estacione el avión al aire libre por lo menos a 50 pies de edificios, áreas de fumar y otros aviones. Para eliminar la posibilidad de chispas, use solo cuñas de madera.
- Conecte a tierra el avión.
- Verifique si los orificios de los tanques del ala están obstruidos para evitar daños a ésta.
- Coloque extintores de incendio de CO<sub>2</sub> de 50 libras cerca de los puntos de reaprovisionamiento y de la unidad generadora de energía externa. Avise a los bomberos para que estén alertas por cualquier emergencia.

- Coloque la unidad de energía externa contra el viento con respecto al avión y por lo menos a 50 pies de los orificios de ventilación y de las puntas de reaprovisionamiento de combustible. Conecte a tierra la unidad de energía con el avión.
- Conecte todo el equipo de manejo de combustible a la misma conexión a tierra el avión.
- Para evitar la generación de chispas que pudieran encender los vapores de combustible, dígame al personal que evite arrastrar los pies.
- Desconecte todo equipo eléctrico cuyo uso no esté especificado durante el aprovisionamiento.
- No efectúe aprovisionamiento alguno durante una tormenta o situaciones de alerta.
- No efectúe aprovisionamiento a menos de 100 pies de un avión que esté sometido a comprobaciones en tierra de radio en alta frecuencia o radar y a menos de 300 pies de una transmisión de radar terrestre. ¿Por qué? La operación de este equipo hace que una carga eléctrica inducida se acumule en el metal que está en los alrededores inmediatos.
- No ponga en marcha equipo terrestre ni haga conexiones eléctricas mientras está fluyendo combustible o durante por lo menos 15 minutos después que se ha completado el aprovisionamiento.
- Compruebe continuamente si hay escapes en el avión y el equipo de manejo del combustible.
- Notifique a los bomberos cualquier caso de derrame o escapes.
- Verifique en la O T del avión si hay otras medidas específicas.

## **3.5 Desmontaje de todos los componentes del sistema de combustible**

### **3.5.1 Desmontaje de los tanques de combustible**

#### **3.5.1.1 Tanques exteriores del ala**

Los tanques exteriores están colocados punta con punta a lo largo de cada una de las alas, inmediatamente hacia adentro del extremo y hacia atrás de la viga delantera. Estos dos tanques están interconectados y se vacían hacia el tanque del borde de ataque. La boca de llenado para los tanques exteriores del ala y para el tanque del borde de ataque está situado en el tanque exterior. Se ha provisto de un depósito para vaciar cada uno de los tanques. Los tanques exteriores tienen acceso a través del panel número 19.

##### **3.5.1.1.1 Manera de desmontaje de los tanques exteriores.**

1. Vacíe el combustible de los tanques.
2. Quite los tornillos que sujetan el alojamiento de la boca de llenado contra la superficie superior del ala.
3. Quite los tornillos que sujetan los dispositivos de vaciado al panel de acceso.
4. Quite el panel de acceso No. 19
5. Quite las tapaderas de los huecos del tanque y desconecte las abrazaderas de la manguera que se encuentran dentro del tanque y colocadas en los tubos de combustible y de ventilación.
6. Suelte el tanque de la parte superior de la cavidad del tanque.

7. Aparte el tanque del tubo y desconecte el tubo de rebasamiento de la boca de llenado.
8. Quite los tanques.

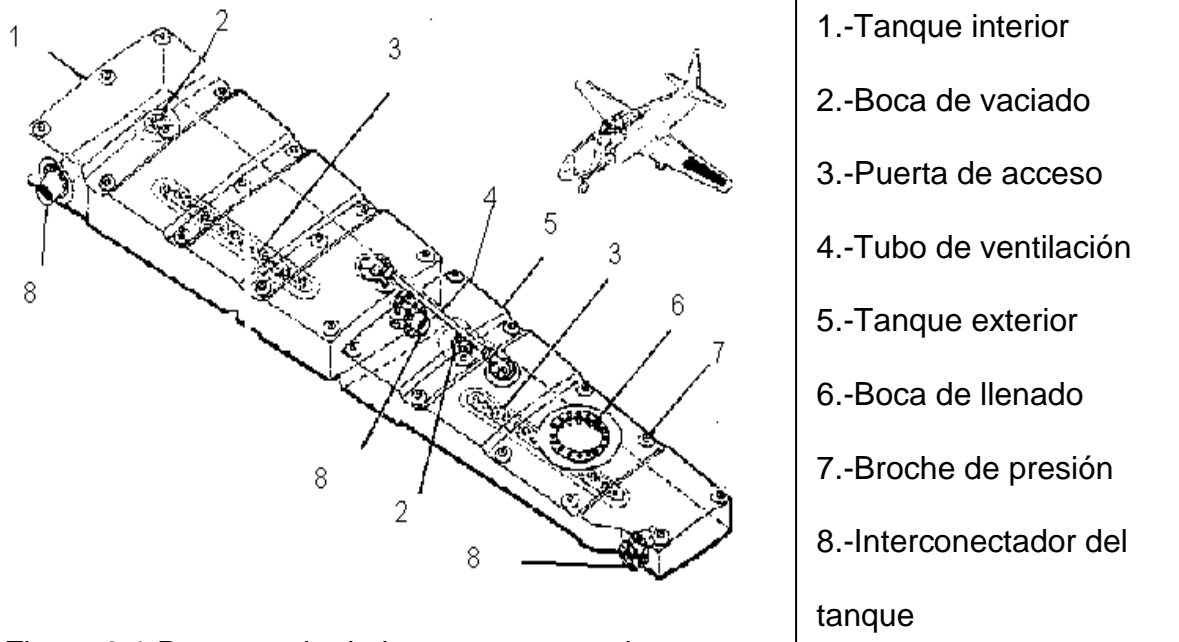


Figura 3.1 Desmontaje de los tanques exteriores

### 3.5.1.1.2 Desmontaje Del Tanque Del Borde De Ataque

En el borde de ataque de cada ala se encuentra instalado un tanque. Cada tanque está provisto de un dispositivo de accionado en la parte inferior. El combustible de los tanques exteriores del ala es alimentado a los tanques del borde de ataque y de allí es alimentado a los tanques del fuselaje. Cada uno de los tanques de borde de ataque es llenado a través del tanque exterior del ala.

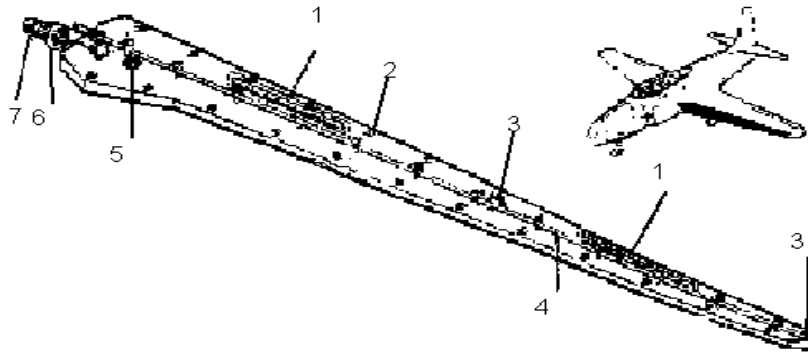


Figura 3.2. Desmontaje del tanque del borde de ataque del ala

- |  |
|--|
| <p>1.- Puerta de acceso</p> <p>2.- Broche de presión</p> <p>3.- Interconector del tanque</p> <p>4.- Tubo de ventilación</p> <p>5.- Boca de vaciado</p> <p>6.- Adaptador de la bomba reforzadora</p> <p>7.- Bomba reforzadora</p> |
|--|

### 3.5.1.2 Tanques Interiores del Ala

Los tanques interiores del ala están situados uno delante y uno detrás de la viga principal inmediatamente hacia fuera del tren principal de aterrizaje. Los tanques de adelante y atrás están interconectados y se llenan a través de la boca de llenado que se encuentra en el tanque delantero. Los tanques están ventilados entre sí mediante un tubo que se encuentra en el extremo exterior de los tanques. Ambos tanques son ventilados a la atmósfera mediante un tubo que viene del extremo interior del tanque delantero. La bomba de combustible para ambos tanques está sujeta a la superficie inferior interna del tanque de atrás.

### **3.5.1.2.1 Manera de Desmontaje de los Tanques Interiores Delanteros del Ala**

1. Vacíe el combustible tanto de los tanques delanteros como de los posteriores.
2. Quite los tornillos que sujetan la boca de llenado al revestimiento superior del ala.
3. Quite los tornillos que sujetan el dispositivo de vaciado al panel de acceso.
4. Quite el panel de acceso No.21 del tanque.
5. Quite las tapaderas de los huecos de los tanques y quite las abrazaderas de los tubos de ventilación de combustible que se encuentran dentro de los tanques.
6. Suelte el tanque de la parte superior de la cavidad.
7. Desconecte los tubos externos y saque el tanque.

### **3.5.1.2.2 Manera de desmontaje de los tanques interiores posteriores del ala.**

1. Vacíe el combustible tanto del tanque delantero como del posterior.
2. Quite el panel de acceso de la bomba.
3. Quite el panel de acceso del tanque y la bomba.
4. Quite las tapaderas de los huecos del tanque y quite las abrazaderas de la manguera de los tubos de ventilación y de combustible que se encuentran dentro de los tanques.
5. Quite las conexiones de la tubería externa.
6. Suelte el tanque de la parte superior de la cavidad.
7. Quite el tanque.

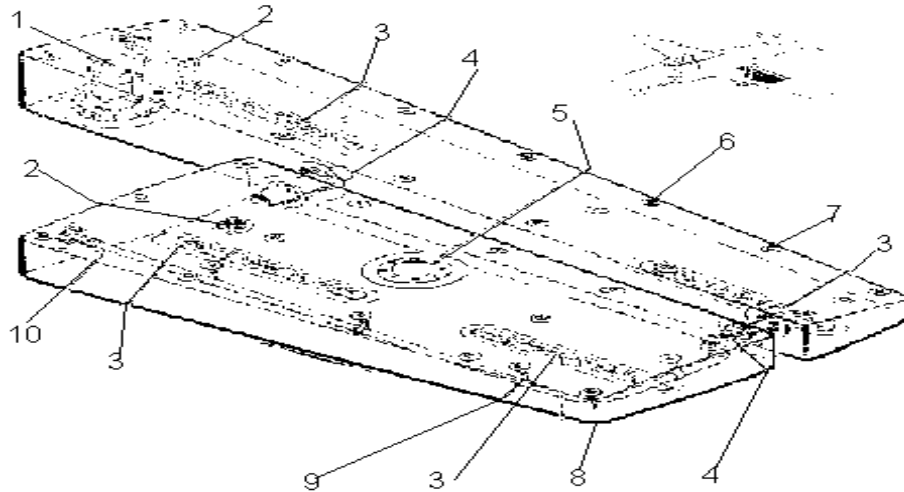


Figura 3.3. Desmontaje de los tanques interiores posteriores del ala

- |                                     |
|-------------------------------------|
| 1.- Bomba reforzadora               |
| 2.- Boca de vaciado                 |
| 3.- Puerta de acceso                |
| 4.- Interconexión del tanque        |
| 5.- Boca de llenado                 |
| 6.- Broche de presión               |
| 7.- Tanque posterior                |
| 8.- Tanque delantero                |
| 9.- Soporte del tubo de ventilación |
| 10.- Tubo de ventilación            |

### 3.5.1.3 Tanque del fuselaje.

El tanque de combustible del fuselaje está situado inmediatamente detrás de la cabina y es accesible a través del panel de acceso No. 29. La boca de llenado está situada en la superficie superior delantera del tanque. El combustible

que se rebasa de la boca de llenado es conducido sobre el costado derecho del tanque. El transmisor del medidor de la cantidad de combustible está instalado inmediatamente detrás de la boca de llenado y es accesible para que se pueda ajustar a través de la puerta que está montada en bisagras. El extremo delantero del tanque en la superficie superior tiene una tapadera para hueco de inspección la salida de ventilación está en la cara posterior del tanque y el grifo de vaciado y el dispositivo de sujeción de la bomba reforzadora se encuentran en la superficie inferior. Las tres bocas de entrada del tanque se encuentran en la parte delantera del mismo.

#### **3.5.1.3.1 Manera de desmontaje del tanque del fuselaje.**

1. Vacíe el combustible.
2. Quite la cubierta corrediza de la cabina.
3. Quite los pernos que sujetan el conjunto de la tapadera de la boca de llenado contra la misma boca y quite el conjunto de la tapadera.
4. Quite los pernos que sujetan la boca de llenado del tanque a la abertura provista para la boca de llenado.
5. Quite los tornillos que sujetan el panel de la tapadera del tanque.
6. Levante ligeramente la tapadera y desconecte el tubo de vaciado del imbornal que se encuentra en la boca de llenado, a través del panel de acceso del transmisor de la cantidad de combustible y quite el panel.
7. Quite los tornillos que sujetan el panel de la tapadera del tanque a la boca de llenado.
8. Quite el panel de la tapadera del tanque.



9. Desconecte en la boca de llenado el tubo de vaciado del imbornal
10. Desconecte los tubos de ventilación del tanque del ala en el acoplamiento en "T" que se encuentra en la tapadera del hueco de inspección del tanque.
11. Desconecte el cable eléctrico en el transmisor de cantidad de combustible. Quite los tornillos de sujeción y saque el transmisor.
12. Desconecte los cables del interruptor del flotador que están ventilados fuera de borda desconectándolos de la tira de terminales del mamparo delantero del tanque.
13. Quite los tornillos y los pernos que sujetan la tapadera del hueco de inspección al tanque y los ángulos a los forros del tanque.
14. Quite la tapadera del hueco de inspección.
15. Desconecte el tubo disruptor del sifón que está en el mamparo posterior del tanque de fuselaje, compruebe la válvula de retención que está en la placa de la válvula del flotador. Quite las abrazaderas que sujetan el tubo en su lugar y quite el tubo.
16. Quite los pernos que sujetan al tanque la placa de la válvula de Flotador.
17. Quite los tornillos que sujetan el forro superior del tanque a la estructura del avión y quite como una unidad el forro del tanque y el soporte de la placa de la válvula de flotador.
18. A través del hueco de inspección sujete en posición los tubos de entrada de combustible mientras quita la válvula de Flotador y la placa.
19. A través del hueco de inspección desconecte el tubo de ventilación del tanque del extremo posterior de dicho tanque. Suelte el tubo de ventilación del tanque y saque dicho tubo.

20. Afloje las abrazaderas en los acoplamientos de entrada de combustible dentro del tanque y quite los tubos de entrada de combustible.
21. Desconecte el tubo externo de ventilación del tanque en la conexión que está situada en el compartimiento del motor.
22. Quite el asiento posterior.
23. Quite la placa obturadora que está detrás de los carriles del asiento posterior.
24. Quite los tubos de entrada de combustible de las uniones roscadas del tanque.
25. Quite los pernos que sujetan las uniones roscadas del tanque al mamparo del tanque.
26. Desconecte el tubo de vaciado del tanque en el acoplamiento en "T" que se encuentra en el alojamiento de la rueda derecha.
27. Desconecte y tape el tubo de salida de combustible que se encuentra en el codo de la bomba del fuselaje.
28. Quite los pasadores que sujetan el tanque contra el forro.
29. Separe las uniones roscadas del tanque de los tubos de entrada de combustible.
30. Doble el tanque hacia el fondo del alojamiento del mismo, de manera que puedan quitar los cuatro tornillos de retención que se encuentran entre la bomba y el piso del tanque.
31. Quite los pernos que sujetan la bomba al piso del tanque.
32. Desconecte en la bomba del tubo de vaciado que hay entre el sello y el motor.
33. Desconecte en la bomba los alambres eléctricos.
34. Quite la bomba del tanque.
35. Quite el tanque del avión teniendo cuidado de no dañar el tanque mientras está sacando a través del piso el acoplamiento de vaciado

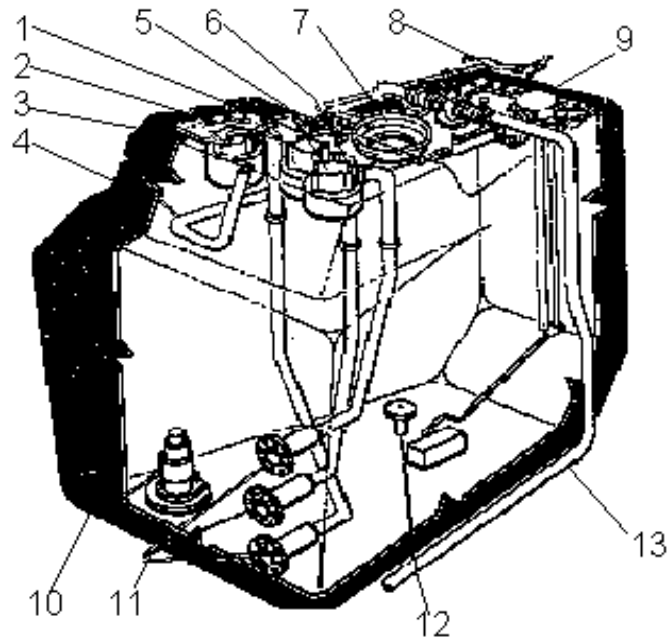


Figura 3.4. Desmontaje del tanque del fuselaje

- 1.- Válvula de flotador del tanque del borde de ataque
- 2.- Válvula de flotador del tanque del ala
- 3.- Válvula de flotador del tanque del extremo del ala
- 4.- Tubo de ventilación
- 5.- Válvula de flotador del tanque del ala
- 6.- Válvula de flotador del tanque del borde de ataque
- 7.- Boca de llenado
- 8.- Tubo de vaciado del imbornal de la boca de llenado
- 9.- Transmisor de la cantidad de combustible
- 10.- Bomba reforzadora
- 11.- Entrada de combustible
- 12.- Boca de vaciado
- 13.- Tubo de ventilación

### **3.5.1.4 Tanque Lanzable con Expulsor**

Un tanque lanzable con 230 galones AMER (191,6 galones Imperiales) de capacidad y del tipo con expulsor, se puede instalar en cada punta del ala. El aire que viene del compresor del motor y que es controlado por la válvula de control de presión que se encuentra en el compartimiento hidráulico manda el combustible del tanque lanzable al tanque de combustible del fuselaje.

Un mecanismo expulsor con tensión de resorte que pega contra un amortiguador del extremo del ala es instalado en cada tanque para asegurar que dicho tanque será lanzado en forma efectiva.

#### **3.5.1.4.1 Manera de desmontaje del tanque lanzable con expulsor.**

1. Releve la presión del tanque.
2. Saque el combustible del tanque.
3. Quite el tapón que tapa el mecanismo expulsor del tanque, usando para ello un adaptador con una guía de  $\frac{1}{4}$  de pulgada.
4. Utilizando una llave de cubo de  $\frac{7}{16}$  de pulgada y una palanca con una guía de  $\frac{1}{2}$  pulgada que tenga aproximadamente un mínimo de 12 pulgadas de largo, haga girar el émbolo del mecanismo expulsor hacia la izquierda hasta que el émbolo haga contacto con el tapón interno.
5. Quite el contorno aerodinámico del tanque.
6. Quite el panel de acceso de la parte del ala.

7. Con dos hombres levantando cada uno un extremo del tanque o utilizando un adaptador de levantar el tanque fabricado localmente en combinación con una carretilla, haga funcionar la palanca liberadora para soltar el tanque.
8. Desconectar los cables eléctricos del alumbrado.

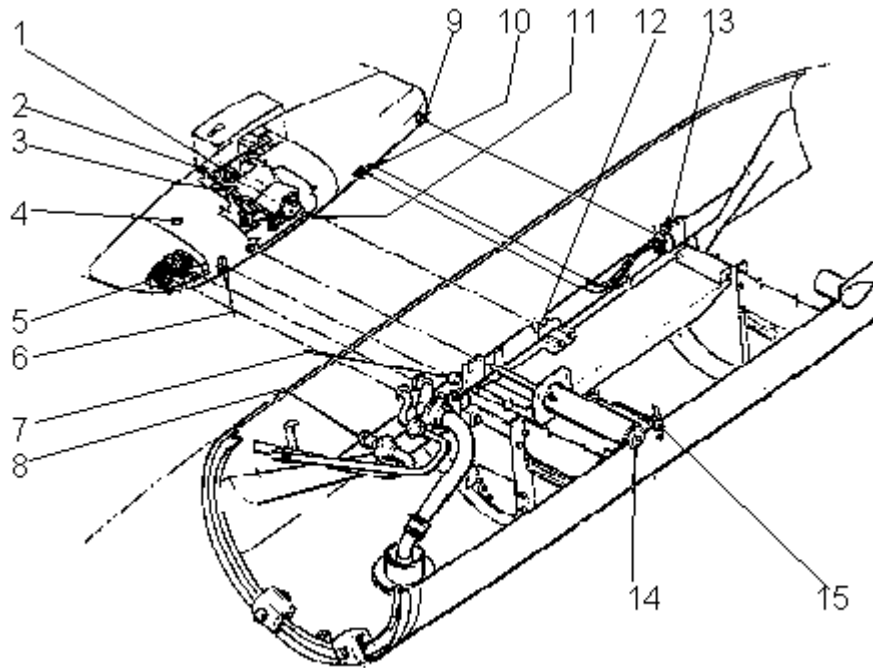


Figura 3.5. Desmontaje del tanque lanzable con expulsor

- 1.- Tuerca del gancho
- 2.- Brazo de liberación
- 3.- Alambre de seguridad de cobre suave de 0.020 de pulgadas
- 4.- Receptáculo para la riostra contra balanceo
- 5.- Desconexión de combustible y aire
- 6.- Receptáculo delantero
- 7.- Herraje delantero de bola
- 8.- Válvula de desahogo
- 9.- Receptáculo posterior

- 10.- Desconexión eléctrica de la luz del tanque del extremo del ala
- 11.-Conjunto del gancho
- 12.- Argolla
- 13.- Herraje posterior de bola
- 14.- Mecanismo expulsor del tanque del extremo del ala
- 15.- Pasador indicador del expulsor del tanque del extremo del ala

### **3.5.2 Desmontaje de las bombas de combustible**

#### **3.5.2.1 Manera de desmontaje de las bombas de los tanques del ala.**

1. Quite el perno y el tornillo que sujeta la conexión de salida y la tapadera al conjunto del armazón del extremo y quite la conexión de salida.
2. Quite las tuercas que sujetan el filtro de ruido del radio y quite el filtro.
3. Quite el tornillo, desenvuelva la malla del conjunto del armazón del extremo de la bomba.
4. Mantenga la malla junto con la bomba de donde fue quitada para que haya más facilidad en la reinstalación.
5. Quite los tornillos que sujetan la pestaña de montaje de la bomba al conjunto del extremo de la bomba y quite la pestaña.
6. Quite los tornillos que sujetan el cuello de la bomba al conjunto del armazón del extremo y quite el cuello.
7. Quite cuatro tornillos y las arandelas de presión que retienen el conjunto de la válvula de derivación y quite dicha válvula.
8. Marque la posición de todos los elementos extraídos para evitar confusión.

### **3.5.2.2 Manera de desmontaje de las bombas de los tanques del borde de ataque.**

1. Saque el combustible del tanque.
2. Quite el panel de acceso del adaptador de la bomba de combustible.
3. Quite todas las tuberías que se encuentran en el área del flap de picada y que pueda interferir en el desmontaje de la bomba.
4. Desconecte las tuberías y los cables eléctricos de la bomba.
5. Quite los anillos que sujetan la bomba y su adaptador al refuerzo del borde de ataque.
6. Quite el brazo de soporte de la bomba.
7. Quite la bomba y su adaptador.

### **3.5.2.3 Manera de desmontaje de la bomba del tanque del fuselaje.**

1. Saque el combustible del tanque.
2. Quite la cubierta corrediza de la cabina.
3. Quite los pernos que sujetan el conjunto de la tapadera de la boca de llenado contra el alojamiento de la boca de llenado y quite el conjunto de la tapadera.
4. Quite los pernos que sujetan el alojamiento de la boca de llenado del tanque a través de la abertura del alojamiento de la boca de llenado.
5. Quite los tornillos que sujetan el panel de la tapadera del tanque.

6. Levante ligeramente la tapadera y desconecte el tubo de vaciado del imbornal que se encuentra en el alojamiento de la boca de llenado, a través del panel de acceso del transmisor de la cantidad de combustible.
7. Desconecte los tubos de ventilación del tanque del ala del acoplamiento en “T” que se encuentra en la tapadera del hueco de inspección del tanque.
8. Desconecte el cable eléctrico en el transmisor de la cantidad de combustible. Quite los tornillos de sujeción y quite el transmisor.
9. Quite los tornillos y los pernos que sujetan al tanque la tapadera del hueco de inspección y el ángulo a los forros del tanque. Quite la tapadera del hueco de inspección.
10. Desconecte y tape el tubo de salida de combustible en el codo de la bomba del fuselaje.
11. Quite los pernos que sujetan la bomba al piso del tanque.
12. Desconecte en la bomba el tubo de vaciado del sello del motor de la bomba.
13. Desconecte en la bomba el cable eléctrico.
14. Saque la bomba del tanque.

### **3.5.3 Desmontaje de las válvulas de combustible**

#### **3.5.3.1 Válvulas de flotador**

Tres válvulas de flotador van montadas en la superficie de arriba del tanque de combustible del fuselaje para controlar la transferencia de combustible desde los tanques lanzables, tanques del borde de ataque y tanques interiores.



Las válvulas son operadas por los cambios en el nivel del combustible que hay dentro del tanque de fuselaje.

Cada válvula de flotador consiste esencialmente en un flotador de corcho, en un diafragma de caucho, en una válvula de piloto y una válvula principal de elevación. La válvula piloto es accionada por el flotador.

Cuando el nivel de combustible es suficientemente alto, la válvula piloto se cierra y la presión del combustible es aplicada a la superficie inferior del diafragma de caucho en la válvula principal a través de huecos de sangrado que se encuentran en el vástago de la válvula principal y mantienen la válvula principal cerrada.

Cuando el nivel de combustible disminuye, la válvula piloto se abre para relevar la presión que hay en la superficie inferior del diafragma de caucho.

Una válvula de retención de bola que se encuentra en la válvula principal es accionada por el vástago de la válvula piloto.

Cuando la válvula piloto se abre, la válvula de retención de bola cierra la presión que va a la parte inferior del diafragma de caucho. El combustible entonces es admitido al tanque de fuselaje a través de las válvulas.

### 3.5.3.1.1 Manera de Quitar las Válvulas de Flotador

1. Quite la tapadera del tanque de fuselaje
2. Quite los tornillos que sujetan el conjunto de placa de válvula de flotador contra el tanque
3. Quite los tornillos que sujetan el forro superior del tanque a la estructura del avión y quite el forro del tanque y el soporte de la placa de la válvula del flotador como una sola unidad.
4. Desplace el conjunto de la placa de montaje lo suficiente para soltar las conexiones del codo de la válvula de flotador.
5. Quite el conjunto
6. Quite los 4 pernos que sujetan la válvula de flotador a la placa y quite la válvula de flotador.

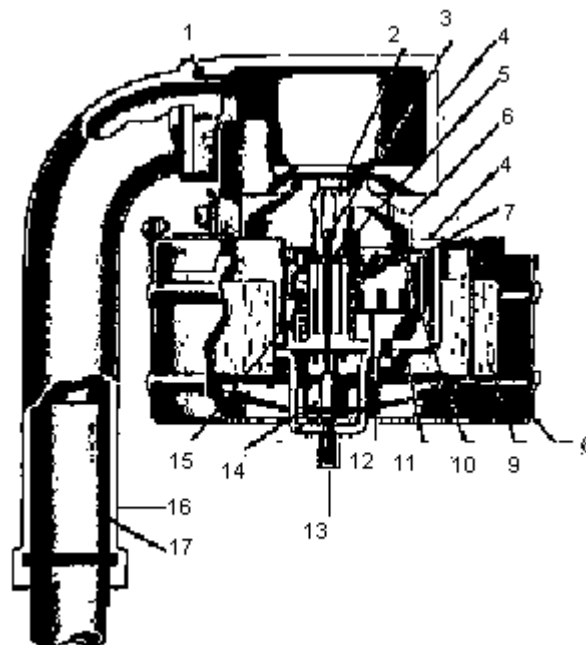


Figura 3.6. Manera de quitar las válvulas de flotador

- 1.- Empaquetadura
- 2.- Filtro
- 3.- Retención de bola
- 4.- Caja
- 5.- Hueco de sangrado
- 6.- Válvula de vástago o elevación
- 7.- Anillo de retención
- 8.- Protector
- 9.- Flotador
- 10.- Diafragma
- 11.- Guía de la válvula
- 12.- Retenedor del diafragma
- 13.- Protector
- 14.- Válvula Piloto
- 15.- Anillo de retención
- 16.- Codo
- 17.- Tubo de entrada

### **3.5.3.2 Válvula de Cierre de Combustible Accionada Eléctricamente**

la válvula de paso de combustible operada por motor está situada en el tubo principal de combustible entre el tanque del fuselaje y el filtro micrónico de combustible.

La válvula es de servicio intermitente, del tipo deslizante y es operada por un interruptor que se encuentra en cada una de las cabinas. La válvula es accesible por la abertura del flap de picada del lado derecho.

#### **3.5.3.2.1 Manera de Quitar la Válvula de Cierre de Combustible Accionada Eléctricamente**

Esta válvula se quita junto con la válvula solenoide de derivación y combustible.

1. Quite el flap de picada derecho
2. Desconecte el cable eléctrico de la válvula
3. Desconecte las tuberías de combustible en la válvula
4. Quite los dos pernos que sujetan la válvula contra el soporte y quite la válvula.

#### **3.5.3.3 Válvula de Retención**

Existen varias válvulas de retención instaladas en el sistema de combustible para evitar que el combustible fluya en la dirección equivocada. Cada una de estas diferentes válvulas de retención consiste en una caja cilíndrica en la cual se encuentra situado un disco articulado con tensión de resorte. El combustible fluye en la dirección deseada forzando al disco o chapaleta para que se abra contra la tensión del resorte. El flujo en dirección contraria fuerza al disco

de chapaleta a que se cierre contra una pestaña. Una pequeña flecha que está estampada en la caja de cada válvula indica la dirección del flujo.

Cuando se están reemplazando las válvulas de retención del tubo de transferencia de combustible del tanque del extremo del ala, asegúrense de que tanto la válvula del lado izquierdo como la del lado derecho tengan el mismo número de pieza. Si se instalan válvulas que no son iguales el resultado será una alimentación desigual en los tanques del extremo del ala.

### **3.5.4 Desmontaje de los filtros de combustible**

#### **3.5.4.1 Filtro de combustible**

Un filtro de combustible va instalado en el tubo de presión entre la bomba reforzadora del tanque del fuselaje y el motor. El filtro contiene una válvula de desahogo integral que está ajustada para que se abra entre 3 y 15 libras por pulgada cuadrada para asegurar un suministro de combustible en caso de que elemento del filtro de llegase a construir. El filtro está situado en el alojamiento de la rueda derecha. El tubo que va del filtro a la bomba impulsada por motor está equipado con un acoplamiento de desconexión rápida. El elemento del filtro se puede reemplazar sin quitar del avión la base del filtro. La cúpula del filtro está ventilada al tanque del fuselaje a través de un tubo que está conectado al acoplamiento de vaciado del tanque.

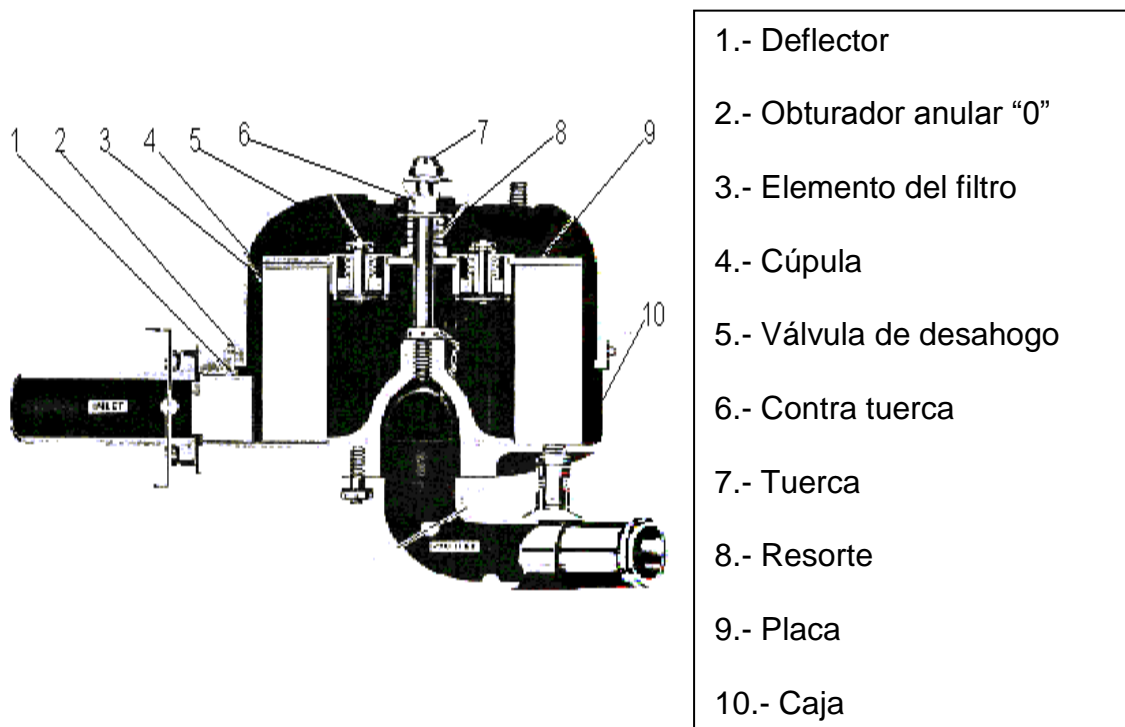


Figura 3.7. Filtro de combustible

### 3.5.4.1.1 Manera de Quitar el Elemento del Filtro de Combustible

1. Desconecte el tubo de ventilación, quite la abrazadera que está entre la tapadera y la caja y quite la tapadera del filtro.
2. Quite el alambre de seguridad de los pernos de sujeción de la tapadera del elemento del filtro.
3. Afloje y quite los dos pernos de sujeción
4. Quite la tapadera del elemento del filtro y la empaquetadura superior del filtro.

Quite el elemento del filtro y la empaquetadura inferior del filtro.

5. Antes de volver a instalar el elemento del filtro, examine cuidadosamente que no hayan caído materias extrañas en la caja del filtro o en el codo de la salida.
6. Examine los resortes de los pernos de sujeción del filtro para ver que no estén deformados, que no tengan corrosión ni evidencia de formación permanente.

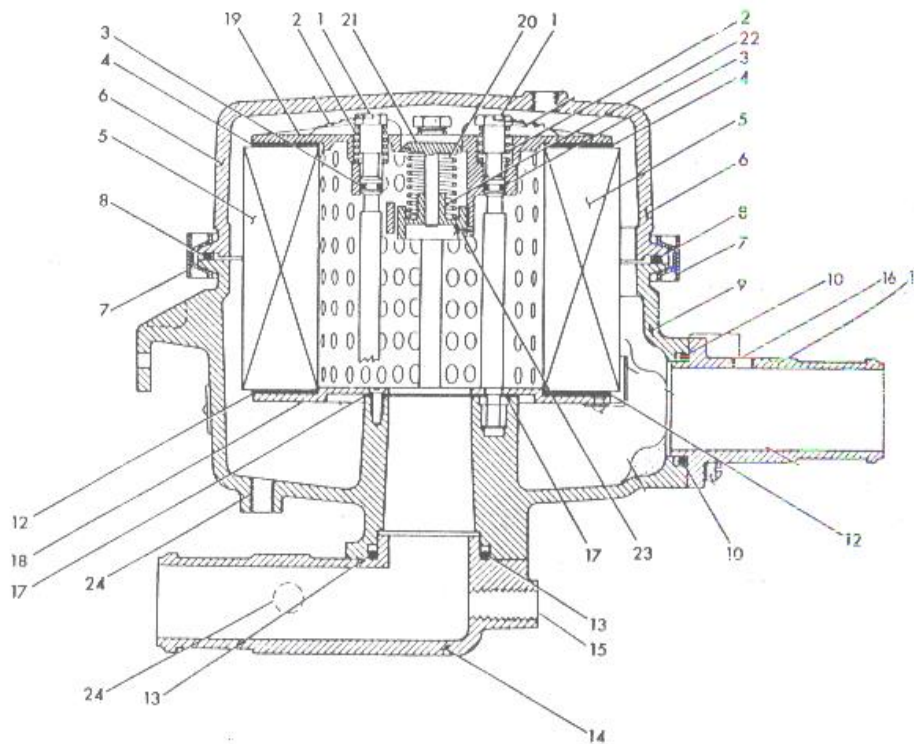


Figura 3.8. Manera de quitar el elemento del filtro de combustible

- 1.- Perno de sujeción
- 2.- Resorte del perno de sujeción
- 3.- Obturadores anulares de los pernos de sujeción
- 4.- Empaquetadura del elemento (Superior)
- 5.- Elemento del filtro micrónico
- 6.- Conjunto de la tapadera

- 7.- Abrazadera de la tapadera a la caja
- 8.- Obturador anular de la tapadera a la caja
- 9.- Conjunto de la caja
- 10.- Obturador anular del tubo de entrada
- 11.- Tubo de entrada
- 12.- Empaquetadura del elemento (Inferior)
- 13.- Obturador anulador del tubo de salida
- 14.- Tubo de salida
- 15.- Lumbrera preceptora de presión (Baja)
- 16.- Lumbrera preceptora de presión (Alta)
- 17.- Empaquetadura del conjunto de la base
- 18.- Conjunto de la base
- 19.- Tapadera del elemento
- 20.- Resorte de la válvula de elevación o de vástago
- 21.- Válvula de elevación o de vástago
- 22.- Guía de la válvula de elevación
- 23.- Chaveta de la guía de la válvula de elevación
- 24.- Orificio de la válvula de vaciado

### **3.5.5 Desmontaje de las cañerías y mangueras.**

Estas cañerías y mangueras son fabricadas de diferentes compuestos, así como: de aleaciones de aluminio, de caucho tratado, esto es, debido a que deben resistir las grandes presiones de flujo que envían las bombas, para de esta



manera evitar que exista fugas de combustible y dañen a todo el sistema y por ende al avión en su totalidad.

Para realizar el desmontaje de estas mangueras se lo debe hacer sin manipular mucho ya que tenderían a romperse ya que no sólo existen mangueras y mangueras en forma recta sino que también tienen diferentes formas: forma de cono, forma de S, o en su mayoría son curvilíneas, se toman o se optan por estas formas para poder llevar el combustible a los sitios que necesitamos.

Los pasos más comunes a utilizar son de lo más sencillos ya que para desmontar una tubería no es muy complejo y éstas serían:

- Inspección visual.
- Drenar todo el combustible.
- Remover las abrazaderas que existen entre conexiones.
- Manipulación adecuada, para retirar la cañería o manguera.
- Poner en un lugar adecuado y en orden de salida para no equivocarnos al momento de armar.

## **CAPITULO IV**

### **REPARACIONES**

#### **4.1. Identificación de partes defectuosas**

Para la identificación de partes o componentes defectuosos se lo debe realizar minuciosamente ya que una falla podría ocasionar el mal funcionamiento del sistema de combustible y por ende del avión y causar accidentes.

Las partes más defectuosas encontradas en el sistema de combustible de los aviones escuela T-33A por lo general son debido al mal mantenimiento que ha tenido dicho sistema, ya sea por la inactividad, la exposición directa con el clima, y es por estas razones que en este capítulo hablaremos de las partes más defectuosas que vendría a ser:

**4.1.1 Los Tanques de Combustible.-** Debido a que no tenían combustible, internamente tenían corrosión, rajaduras, esto se da debido a que externamente están expuesto a los constantes cambios bruscos del clima. Cabe recalcar que los tanques lanzables vienen a constituir una de las partes más defectuosas ya que no tenían la debida protección ni mantenimiento.

**4.1.2 Las Bombas de Combustible.-** Al no tener combustible, en los depósitos el cual es el encargado de lubricar a las bombas, estas se encontraban

remordidas y no funcionaban en un 50% ya que las bombas deben estar permanentemente con una cierta cantidad de combustible.

**4.1.3 Los Filtros de Combustible.-** Estos se encontraban taponados debido a la suciedad que tiene el combustible lo cual se iba acumulando y provocaba la obturación total del filtro y no dejaba fluir normalmente al combustible a las partes que lo requerían.

**4.1.4 Las Válvulas de Combustible.-** Al igual que las bombas se encontraban atascadas ya que no tenían combustible para lubricación y por ende su funcionamiento no era eficaz.

**4.1.5 Las Cañerías y Mangueras de Combustible.-** Algunas se encontraba rotas totalmente, otras con rajaduras leves, otras oxidadas, algunas estaban dobladas o destempladas y en algunas interiormente se encontró que tenían corrosión entre conexiones con otros componentes.

## **4.2 Limpieza**

### **4.2.1 Limpieza del sistema de combustible en general.**

Este procedimientos se deben realizar en inspecciones y reparaciones según sea necesarios o cuando se sabe que el sistema de combustible esta contaminado, para volver a colocar el sistema en un estado de limpieza correspondiente “a un avión nuevo”. Siempre que se esta realizando una limpieza

general se debe conectar el alambre de tierra de electricidad estática al tren principal de aterrizaje, se desconecta los enchufes de desconexión rápida de energía externa y de la batería (se debe poner una “tarjeta de peligro”).

#### **4.2.1.1 Precauciones para la Limpieza**

1. Mientras se este realizando la limpieza del sistema de combustible se debe usar ropa que no sea de material sintético (preferible de algodón).
2. Todas las herramientas deben ser de material no ferrosos y las herramientas motorizadas deben ser impulsadas por aire.
3. Las luces eléctricas y las linternas eléctricas de mano serán del tipo de explosión.
4. No se debe utilizar cinta adhesiva para sellar cualquier tubo, manguera, tanque u otros recipiente del sistema de combustible.
5. Conecte a tierra todos los bancos de trabajo, todas las unidades motorizadas y todo el equipo, utilizando la misma puesta a masa que se usa para el avión.
6. Coloque extintores de incendio debidamente conectados a masa en un lugar conveniente para el avión y para el área de trabajo.
7. Nunca se puede considerar que los trapos están libres de pelusa, sin embargo no es práctico evitar su uso.
8. Las superficies de metal en las cuales se han utilizado trapos deben secarse o inspeccionarse para verificar si existe pelusa.
9. En otras superficies el uso de trapos debe ser seguido con un enjuague con disolvente para eliminar la pelusa

10. Durante la limpieza del sistema de combustible deben suspenderse todos los trabajos que se estén realizando en el avión.
11. Se encontrará también suciedades como: materia blanca o amarilla en forma de polvo, ellos pueden indicar corrosión producida por los ácidos nafténicos o mercáptanos.
12. Para obtener una limpieza final se puede hacer con gamuza.

#### **4.2.2 Limpieza de todos los componentes del sistema**

##### **4.2.2.1 Limpieza de los depósitos de combustible**

1. Durante todas las operaciones de reparación de depósitos, ponga a tierra el avión
2. Selle todas las aberturas con una cinta adhesiva industrial impermeable al combustible (JP-1)
3. Los depósitos no se deben golpear o manipularlos bruscamente
4. Inspecciones los depósitos para ver si hay deformaciones, deterioro, asperezas, desgarramientos o fallas en las uniones
5. A todos los tanques se les debe hacer una limpieza tanto externa como interna
6. La limpieza se lo debe realizar con el material adecuado y tomando todas las precauciones
7. Asegúrese que los depósitos y todas las superficies de contacto y piezas estén secas, limpias y sin daño
8. Por lo general todos los tanques deben estar libres de suciedad o impurezas
9. Sople con aire a una presión de 60 a 100 lbs por pul<sup>2</sup> los tanques

10. Tape los tubos de ventilación de los tanques
11. Limpie todas las interconexiones de combustible que hay entre los tanques utilizando disolvente inyectado entre los tubos mediante una boquilla de rociado.
12. Limpie los tanques con trapo o con gamuza
13. Inspecciones el interior de los tanques para ver si tiene todavía contaminación
14. Limpie el interior de los tanques aplicando disolvente con un trapo o con gamuza
15. Lave las paredes de los tanques rociando disolvente para asegurarse de que todas las materias de contaminación han sido lavadas y enviadas hacia el fondo del tanque
16. Recoja del fondo de los tanques toda la materia de contaminación que sea posible de manera que cuando entre al tanque estas materias no sean pulverizadas
17. Al final de la limpieza, rocíe la parte interior de los tanques con disolvente para asegurarse que los tanques continúan limpios y para preservar la flexibilidad del mismo
18. Nunca use los herrajes como agarraderas
19. Nunca arrastre los tanques, cárguelos cuando los mueva de un lugar a otro
20. Nunca ponga los depósitos en bancas o piso o en suelo sucio
21. Los depósitos de tipo vejiga son muy delicados para la limpieza tome todas las medidas necesarias para no ocasionar rupturas.
22. Al hacer la instalación, asegúrese de que los depósitos y todas las superficies de contacto y piezas estén secas, limpias, libre de grasas o aceites y sin daños.

#### **4.2.2.2 Limpieza de los Filtros de Combustible**

1. Debido al peligro que existe al instante de realizar la limpieza se debe seguir los pasos adecuados especificados en una orden técnica ya que al momento del desmontaje pueden introducir suciedad a los conductos interiores de los componentes del filtro y permitir de esta manera que eventualmente la suciedad entre al múltiple de combustible.
2. Tape con cinta adhesiva las aberturas que están en el extremo del eje de discos filtradores de manera que la suciedad no pueda entrar durante la operación de limpieza.
3. Lave el conjunto de discos filtradores en disolvente.
4. Lave la superficie interna de la caja del filtro con disolvente
5. El elemento filtrante su limpieza se lo realiza mediante aire a presión y en algunos motivos mediante el cambio de elemento filtrante.
6. También se debe realizar una limpieza externa ya sea con disolvente o con algún trapo que no contenga pelusa.
7. El elemento filtrante se lo debe realizar varias veces su limpieza ya que las partículas de polvo son muy finas (10 micrones) y pueden pasar a través de los filtros.
8. Se debe también examinar cuidadosamente para comprobar que no haya materiales extraños en la caja del filtro o en el codo de salida.

#### **4.2.2.3 Limpieza de las cañerías y mangueras de Combustible.**

1. Se los debe realizar con debida cautela basándonos en una orden técnica ya que existe cañerías de diferentes formas y tamaño y son muy frágiles
2. Limpiar las abrazaderas o sujetadores que conectan con otros componentes y al mismo tiempo realizar una lubricación adecuada.
3. Limpiar la parte externa de las cañerías ya que existen ciertos componente del avión que se almacenan en estas cañerías ya que con el sobrepeso causarían rupturas
4. En la parte interior la limpieza se lo realizara con aire a presión y con el mismo combustible ya que es la única forma de realizarlo.
5. Esta limpieza un espacio adecuado para evitar que materiales extraños vuelvan a ingresar en las cañerías.

#### **4.3 Cambios de componentes defectuosos.**

En algunos casos no fue necesario el cambio total de un componente del sistema de combustible de los aviones escuela T-33A que se encontraba defectuoso por uno nuevo, de las mismas características, pues solo bastaba con realizar una limpieza profunda, minuciosa y cuidadosa para ponerle en funcionamiento dicho componente.

Este es el caso de los tanques que solo basto con lavarlos algunas veces con el mismos combustible y luego drenarles para que queden en buenas condiciones y almacene el combustible deseado.



También es el caso de las bombas, válvulas que se necesito mandarles combustible a presión para que se limpien y estén en perfectas condiciones de funcionamiento para poder cumplir con lo estipulado en una orden técnica.

Pero al hablar de filtros y cañerías se necesito cambiar ciertas cañerías o mangueras las cuales se encontraban rotas o en pésimas condiciones y también se cambio el elemento filtrante del filtro de combustible de baja presión por otro reemplazable según la O.T. T33-A -4 para no alterar el rango de funcionamiento.

También fue necesario cambiar algunos remaches, abrazaderas, pernos, tuercas, etc. Debido a que se encontraban deterioradas totalmente y en lo posterior podría poner en una condición peligrosa al momento de ser actuado el sistema de combustible.

En síntesis para la habilitación del sistema de combustibles delos aviones escuela T-33A no se necesito muchos cambios de componentes defectuosos ya que solo bastaba con un adecuado mantenimiento para que este sistema funcione normalmente.

## **CAPITULO V**

### **MONTAJE**

#### **5.1. Utilización de la Orden Técnica**

Así como para el desmontaje utilizamos la orden técnica también para el montaje de todos los componentes del sistema de combustible de los aviones T-33A del ITSA es muy importante que utilicemos correctamente la orden técnica ya que esta nos indica todos los procedimientos a seguir para obtener un adecuado montaje y un funcionamiento seguro de todo el sistema.

La orden técnica sobre el montaje o mantenimiento en general para estos aviones están divididos en manuales separados. Estos manuales contienen información referente al montaje para el uso del personal que realiza estos trabajos los cuales deben estar autorizados.

En estos manuales u ordenes técnicas encontramos ilustraciones diagramas esquemáticos que nos sirven para un mejor desenvolvimiento de nuestras actitudes a cumplir para poder habilitar el sistema de combustible.

En las ordenes técnicas constan todas las partes, repuestos, las cuales están identificadas con un numero de parte que corresponde a cada uno de los elementos de los que esta constituido el avión para de esta manera hacer el montaje apropiado y no alterar ninguna parte. También nos dan información de

los ajustes que se debe realizar a los que se va a utilizar para no alterar con las condiciones de funcionamiento de este sistema.

## **5.2. Precauciones y Cuidados que se debe tomar**

Es muy necesario tomar en cuenta estos aspectos para no provocar accidentes al realizar cualquier trabajo del sistema de combustible, es muy importante tomar en cuenta las medidas de seguridad, precaución, cuidados, etc.

Ya que es un sistema muy peligrosos tanto para la vida humana como para la vida útil del material.

Por eso al realizar el inspección, reparación, limpieza, montaje, etc.

Es recomendable hacerlo tomando todas las precauciones y cuidados necesarios tanto como para obtener un trabajo con calidad, como para no tener pérdidas humanas o materiales.

Estas precauciones y cuidados por lo general vienen escritas y se deben cumplir con todo lo que esta estipulado en estos manuales nos indican todas las medidas a utilizar o a seguir para lograr un trabajo efectivo y libre de accidentes, nos enlistan todos los cuidados que se deben tener con todos los componentes que conforman el sistema de combustible, con las herramientas e incluso cuidados para salvaguardar vidas humanas

### **5.3. Manejo adecuado de las Herramientas y Equipos**

Tanto las herramientas como los equipos se deben dar un adecuado manejo para conservar su vida útil y obtener un óptimo trabajo de mantenimiento, reparaciones, etc, existen herramientas y equipos adecuadas para realizar un trabajo específico.

Para poder obtener un adecuado uso o manejo de las herramientas estas deben estar en un lugar específico y amplio para su fácil visibilidad y su rápida identificación si es posible deben estar en orden de acuerdo con lo especificado de un taller o área de trabajo de mantenimiento.

Las máquinas o equipos también deben poseer un lugar adecuado para que no obstaculicen con las actividades cotidianas y diarias si es posible deben tener señalizaciones o una identificación clara y concreta para la cual están destinadas y de esta manera facilitar el trabajo; estos equipos deben ser tratados o manipulados de acuerdo con lo estipulado en su manual de operación para evitar que se dañen la máquina como la pieza o componente que va hacer objeto de tratamiento.

### **5.4. Reaprovisionamiento de Combustible**

Cuando se reaprovisiona un avión, solo debe abastecer el combustible del grado correcto y hacerlo solamente siguiendo procedimiento o pasos aprobados.

#### **5.4.1 Procedimientos del Reaprovisionamiento de Combustible**

En casos más comunes se lo hacer o se lo puede efectuar en el aire; en otros casos, tienen que ejecutarse en tierra. En este caso solo vamos a hablar del llenado en tierra, el cual se puede efectuar en dos maneras:

1. Llenando los tanques en sus orificios externos de llenado
2. Llenándolos por medio de un sistema de llenado de un solo punto.

Algunos de los aviones más viejos se pueden llenar únicamente por el método lento de orificio de llenado, mediante el cual cada tanque se llena individualmente.

Los tipos más reciente de aviones, que son más grandes, llevan mayores cantidades y tienen tanques más grandes que los aviones más viejos. Por lo tanto para acelerar el llenado de la mayoría de estos aviones más recientes se añade un sistema de un solo punto para que todos los tanques se puedan llenar simultáneamente o individualmente de un solo punto.

Sin importar si esta lleno un sistema de combustible típico de avión en el cuello externo de llenado del tanque o en un receptáculo de un solo punto, algunos de los procedimientos son iguales.

Por tal motivo se debe verificar que se este utilizando el combustible correcto y se deben ajustar las válvulas del sistema de combustible tal como se especifica en el manual de mantenimiento.

#### **5.4.2 Procedimientos Típicos para Abastecer Combustible en los Orificios de Llenado de los Tanques**

- Desconecte la energía eléctrica externa después que se ha conectado a tierra el avión.
- Levante la manguera de llenado sobre el borde de ataque del ala cuando llena los tanques principal y central.
- Quite la tapa de llenado después que se ha conectado a tierra la boquilla de la manguera de llenado.
- Coloque la boquilla en el orificio de llenado y sujete firmemente
- Abra y cierre la válvula de la boquilla lentamente para evitar daños a la manguera debido al aumento brusco de la presión.
- Llene el tanque hasta el nivel del cuello de llenado.
- Reinstale la tapa de llenado y desconecte entonces el alambre de conexión a tierra la boquilla.
- Repita los mismos procedimientos hasta que se llenen todos los tanques. Permita que fluya el combustible por gravedad entre las celdas del tanque antes de volver a aprovisionar.
- Vuelva a aprovisionar (llene completamente) los tanques a intervalos de 5 minutos hasta que estén completamente llenos.
- Asegure las tapas de llenado en la posición cerrada.

- Para comprobar si hay agua o contaminación, vacíe los colectores de los tanques, las cajas del filtro 15 minutos después de cada llenado completo.

## **5.5. Montaje de todos los Componentes del Sistema de Combustible.**

Estos aviones están conformados de diferentes compuestos así como:

Tanques, bombas, filtros, válvulas, cañerías, etc.

Los cuales tienen diversas maneras para realizar su respectivo montaje y para lo cual deben seguir muchas reglas o procedimientos así es como vamos a detallar de cada uno de estos componentes.

### **5.5.1 Montaje de los tanques de combustible.**

#### **5.5.1.1 Tanques interiores delanteros del ala.**

Invierta el procedimiento utilizado para el desmontaje, humedezca con agua los tubos para facilitar su instalación, en los tanques firestone de combustible todos los pernos de acoplamiento son apretados a una torsión de 40 a 50 Lbs. plgs, excepto en los acoplamientos del tipo de unión roscada los cuales son apretados a una torsión de 20 a 30 lbs de plgs., apriete todos los pernos de los acoplamientos a una torsión de 20 a 30 libras pulgada.

#### **5.5.1.1.1 Manera de Montaje de los Tanques Interiores Delanteros del Ala**

1. Vacíe el combustible tanto de los tanques delanteros como de los posteriores
2. Ponga los tornillos que sujetan la boca de llenado al revestimientos superior del ala
3. Ponga los tornillos que sujetan el dispositivo de variado al panel de acceso
4. Ponga el panel de acceso Nro. 21 del tanque
5. Ponga las tapaderas de los huecos de los tanques y quite las abrazaderas de los tubos de ventilación de combustible que se encuentran dentro de los tanques.
6. Coloque el tanque de la parte superior de la cavidad
7. Conecte los tubos externos y ponga el tanque

#### **5.5.1.1.2 Manera del Montaje de los Tanques Interiores Posteriores del Ala**

Invierta el procedimiento que utilizó para quitarlo. Humedezca con agua los tubos para facilitar su instalación.

En los tanques Firestone de combustible, todos los pernos de los acoplamientos son apretados a una torsión de 40 a 50 libras pulgadas excepto en los acoplamientos del tipo de unión roscada los cuales son apretados a una torsión de 20 a 30 libras de pulgada.

En los tanques B.F. Goodrich, apriete todos los pernos de los acoplamientos a una torsión de 20 a 30 libras pulgada.



### 5.5.1.2 Montaje del Tanque del Fuselaje

Invierta el procedimiento utilizado para quitarlo

- Vacíe el combustible
- Ponga la cubierta corrediza de la cabina
- Ponga los pernos que sujetan el conjunto de la tapadera de la boca de llenado contra la misma boca y ponga el conjunto de la tapadera
- Ponga los pernos que sujetan la boca de llenado del tanque a la abertura provista para la boca de llenado.
- Ponga los tornillos que sujetan el panel de la tapadera del tanque
- Ponga ligeramente la tapadera y ponga el tubo de vaciado del inborna que se encuentra en la boca del llenado, a través del panel de acceso del transistor de la cantidad de combustible y llenado
- Ponga el panel de la tapadera del tanque
- Coloque en la boca de llenado el tubo de vaciado del inbornal
- Conecte los tubos de ventilación del tanque del ala en el acoplamiento en "T" que se encuentra en la tapadera del hueco de inspección del tanque.
- Conecte el cable eléctrico en el transmisor de la cantidad de combustible, ponga los tornillos de sujeción y saque el transistor.
- Conecte los cables del interruptor del flotador que está ventilados fuera de borda conectándolos de la tira de terminales de la mampara delantero del tanque.
- Ponga los tornillos y los pernos que sujetan la tapadera del hueco de inspección al tanque y los ángulos a los forros del tanque

- Ponga la tapadera del hueco de inspección
- Conecte el tubo disruptor de sifón que está en el mamparo posterior del tanque de fuselaje y compruebe la válvula de retención que está en la placa de la válvula de Flotador.
- Ponga los tornillos que sujetan el forro superior del tanque a la estructura del avión y ponga como una unidad del forro del tanque y el soporte de la plaza de la válvula de flotador.
- A través del hueco de inspección sujete en posición los tubos de entrada de combustible mientras ponga la válvula de flotador y la placa.
- A través del hueco de inspección conecte el tubo de ventilación del tanque del extremo posterior de dicho tanque. Ponga el tubo de ventilación del tanque y ponga dicho tubo.
- Ajuste las abrazaderas en los acoplamientos de entrada de combustible dentro del tanque y ponga los tubos de entrada de combustible.
- Conecte el tubo externo de ventilación del tanque en la conexión que esta situada en el comportamiento del motor.
- Ponga el asiento posterior
- Ponga la placa obturadora que está detrás de los carriles del asiento posterior.
- Ponga los pernos que sujetan las uniones roscadas del tanque en el mamparo del tanque
- Conecte el tubo de vaciado del tanque en el acoplamiento en "T" que se encuentra en el alojamiento de la rueda derecha.
- Conecte y tape el tubo de salida de combustible que se encuentra en el codo de la bomba de fuselaje
- Ponga los pasadores que sujetan el tanque contra el forro

- Una las uniones roscadas del tanque de los tubos de entrada de combustible
- Doble el tanque hacia el fondo del alojamiento del mismo, de manera que puedan poner los 4 tornillos de retención que se encuentra entre la bomba y el piso del tanque.
- Ponga los pernos que sujetan la bomba al piso del tanque
- Conecte en la bomba del tubo de vaciado que hay entre el sello y el motor
- Conecte en la bomba los alambres eléctricos
- Ponga la bomba del tanque del avión teniendo cuidado de no dañar el tanque mientras esta colocando a través del piso el acoplamiento de vaciado.

#### **5.5.1.4 Montaje de los Tanques Lanzables con Expulsor**

- Retire el tapón que cubre el mecanismo expulsor del tanque usando para ello un adaptador con guía de  $\frac{1}{4}$  de pulgada.
- Utilizando un cubo de  $\frac{7}{16}$  de pulgada y una palanca con una guía de  $\frac{1}{2}$  pulgada y de por los menos 12 pulgadas de largo, haga girar el émbolo del mecanismo impulsor hacia la izquierda hasta que el embolo haga contacto con el tope interno y reinstale el tapón.
- Retire el panel de acceso de la punta del ala
- Saque la tapadera delantera de la punta del ala, para dejar expuesta la desconexión de combustible y aire. Utilice una regla de seis pulgadas para medir la dimensión extendida de la manga de combustible
- Afloje el conjunto del gancho del tanque del extremo del ala.
- Aplique grafito en polvo de la Especificación MIL-G-6711, a los herrajes de bola delantero y posterior del tanque. Aplique una película delgada de grasa

de Especificación MIL-G-3278, a los acoplamientos de combustible y aire del tanque del extremo del ala y a las superficies expuestas de las mangas de combustible y aire de las desconexiones de combustible y aire. Lubrique el conjunto del gancho del tanque del extremo del ala.

- Instale el tanque en posición
- Enchufe los conectores eléctricos de luz del tanque en los receptáculos que están en la punta del ala.
- Introduzca los herrajes de bola del tanque en los receptáculos de la punta del ala y empuje el tanque hacia adentro hasta que se cierre el gancho del tanque. El indicador mostrará si el gancho está cerrado. La palanca de liberación puede moverse a mano si fuera necesario para llevarla hasta la posición cerrada final. Instale el pasador de seguridad en tierra en la palanca liberadora.
- Asegure la palanca liberadora y el indicador con un solo hilo de alambre de cobre suave de 0.020 de pulgada
- Apriete el gancho del tanque del extremo del ala con una torsión de 25 libras-pies.
- Introduzca las risotas contra balanceo en los receptáculos del ala y del tanque. Apriete las riostas a una torsión de 8 libras-pies. La longitud total de las riostas contra balanceo cuando están debidamente apretadas debe ser aproximadamente 2.25 pulgadas para las superiores aproximadamente 2.55 pulgadas para las riostas inferiores. Los extremos de las riostas que tienen tensión de resorte deben introducirse en los receptáculos del tanque
- Ajuste el gancho del tanque del extremo del ala con una torsión de 50 libras-pies (+5, -0). Apriete la contra tuerca.

- Compruebe la palanca de liberación del tanque del extremo del ala para ver si está debidamente alineada.
- Saque el tapón que está cubriendo el mecanismo expulsor del tanque usando un adaptador que tenga una guía de  $\frac{1}{4}$  de pulgada.
- Utilizando una llave de cubo de  $\frac{7}{16}$  de pulgada y una palanca con una guía de  $\frac{1}{2}$  pulgada de 12 pulgadas de largo por lo menos, haga girar el émbolo del mecanismo expulsor hacia la derecha hasta que el pasador indicador, que está situado detrás del mecanismo expulsor, quede a ras con el herraje que atraviesa.
- Llene el tanque y luego apriete las riostas superiores contra el balanceo dándoles una torsión de 25 libras pies.
- Use una regla de seis pulgadas para medir la dimensión comprimida de la manga de combustible. La dimensión comprimida debe ser de un mínimo de  $\frac{7}{32}$  de pulgada menor que la dimensión extendida que se ha notado de acuerdo con el paso d y la cantidad de compresión de la manga de combustible que haya entre la desconexión de combustible y aire del tanque del extremo izquierdo y la desconexión de combustible y aire del tanque del extremo derecho, no debe variar en, las de  $\frac{1}{16}$  de pulgada.
- Si solo se está instalando uno de los tanques de la punta del ala y la cantidad de compresión de la manga de combustible es desconocida en la instalación del tanque del extremo contrario del ala, este último tanque debe quitarse o debe aflojarse lo suficiente para obtener la dimensión de compresión de la manga de combustible (la dimensión extendida menos la dimensión comprimida).

- Instale el conjunto medido 457614 en lugar de la tapadera de boca de llenado del tanque y compruebe la presión del aire para ver si tiene 5.25 (+0.5) libras por pulgada cuadrada. Vuelva a apretar la riosta contra el balanceo a una torsión de 25 libras pies.
- Analice el acoplamiento de l tubo de combustible en la unión de desconexión para ver si tiene escapes.
- Saque la presión de aire del tanque a través de la válvula que se encuentra en el medidor. Quite el conjunto medidor y llene con combustible los tanques del extremo del ala. Vuelva a colocar la tapadera de la boca de llenado
- Ponga el panel de acceso de la punta del ala.
- Ponga la tapadera delantera de la punta del ala
- Instale el contorno aerodinámico del tanque

## **5.5.2 Montaje de las Bombas de Combustible**

### **5.5.2.1 Montaje de la Bomba Reforzadora del Tanque de Borde de Ataque**

Invierta el procedimiento o los pasos que se utilizó para su desmontaje. En los tanque Firestone de combustible, deje una torsión de 40 a 50 libras-pulgada a los tornillos de sujeción a una torsión de 30 a 40 libras pulgada.

### **5.5.2.2 Montaje de las Bomba Reforzadora del tanque Interior Posterior del Ala**

Invierta el procedimiento o los pasos que se utilizó para su desmontaje.

Apriete los tornillos que sujetan el tanque del fuselaje dándoles una torsión de 40 a 50 libras-pulgada a los tanques de combustible Firestone de 30 a 40 libras – pulgada a los tanques Goodrich.

Apriete los tornillos de los tanques internos posteriores del ala a una torsión de 40 a 50 libras – pulgada.

### **5.5.3 Montaje de las válvulas de combustible**

#### **5.5.3.1 Montaje de las Válvulas de Flotador**

Realice los pasos que se utiliza para el desmontaje de esta válvula si se ha quitado el codo de la válvula de flotador, asegúrese de que el obturador anular es instalado en la conexión antes de instalar la válvula al codo.

Verifique de que el obturador anular está instalado en la parte inferior del codo antes de conectar la válvula a la tubería dentro del tanque.

#### **5.5.3.2 Montaje de la Válvula de cierre de combustible operada eléctricamente**

- Invierta el procedimiento que se utilizó para quitarla
- Limpie el exterior de la válvula en el accionador y en la caja de la válvula y en la conexión eléctrica del impulsor.
- Envuelva el conector con banda adhesiva con Nro de existencia AF 6600-856500 de manera que la cinta adhesiva se extienda 1<sup>1/2</sup> pulgadas en el alambrado eléctrico y que quede bien apretada contra la caja del accionador.

#### **5.5.4 Montaje del Elemento del Filtro de combustible**

- Ubique el elemento del Filtro, en el cuerpo del colador y asegúrelo con arandelas y tornillos; fije con alambre los tornillos
- Ubique el desviador; el anillo en "O" y el fondo del colador en el colador y asegúrese con una abrazadera.
- Cierre la válvula de vaciado; abra la válvula de cierre manual y cierre la puerta de acceso del colador.

#### **5.5.5 Montaje de las cañerías y mangueras de combustible**

se lo realiza utilizando todas las herramientas adecuadas y tomando todas las medidas de seguridad del caso para no ocasionar deformaciones o rajaduras, de acuerdo a una orden técnica específica, así:

- 1.- Inspección visual para verificar que no exista polvo en el interior.
- 2.- Colocarla en la posición correcta.
- 3.- Ajustes correspondientes de todas las abrazaderas.
- 4.- Verificar la tensión de las cañerías y mangueras.
- 5.- Dar paso libre al combustible por todas las cañerías y mangueras.



## **CAPITULO VI**

### **PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA DEL SISTEMA**

Es este conjunto se enuncian los objetivos que se proponen alcanzar al poner en funcionamiento el sistema ya habilitado, considerando para este efecto parámetros, variables y procedimientos que se deben seguir, con el fin de evaluar los resultados y así llegar a conclusiones y recomendaciones.

#### **6.1 Objetivos:**

1. Verificar el buen funcionamiento de los diferentes componentes que conforman el sistema para comprobar que en conjunto cumplen con el servicio para el cual fueron habilitados.
2. Corregir posibles errores en el montaje de las partes que impidan el normal desenvolvimiento de los componentes.
3. Establecer la manera más idónea para el manejo del sistema a través de demostraciones prácticas
4. Efectuar ajustes y calibraciones finales en aquellas partes que los requiera.

#### **6.2 Parámetros y Variables**

Para el desarrollo de las pruebas se deben considerad ciertos aspectos externos que van a influir en el funcionamiento del sistema:

1. Lugar de operación: a) Temperatura  
b) Humedad relativa
2. Número promedio de combustible existentes en los depósitos
3. Personal calificado que opere el sistema

Las pruebas de funcionamiento del sistema de combustible de los aviones escuela T-33A y su posterior evaluación se sujetan a variables que de alguna manera se puedan medir en forma visual o instrumental. Para estas últimas se definirán límites máximos y mínimos permisibles con el fin de determinar si el trabajo es bueno (si esta dentro de rangos establecidos) o regular (si esta fuera de rangos establecidos)

### **6.3 Procedimientos**

1. Comprobar que todos los acoples y seguros se encuentran correctamente dispuestos, esto es:
  - a) Pasadores y anillos de seguridad
  - b) Acoples en los extremos de las mangueras tanto de las bombas, válvulas, filtros y depósitos
2. Verificar el fluido adecuado de combustible para las cañerías y mangueras
3. Comprobar que las bombas envíen combustible en las condiciones y cantidades requeridas
4. Comportamiento de placas y perfiles estructurales
5. Efectuar la verificación que el sistema cumpla eficientemente con los parámetros de funcionamiento establecidos en las ordenes técnicas

#### **6.4 Evaluación de Resultados**

Las pruebas de funcionamiento se efectuaran en la Base Aérea Cotopaxi, sitio en el cual la temperatura promedio, oscila entre los 5 y 15°C) con una humedad relativa aproximada de 37% y sobre una superficie mas o menos rugosa (pavimento)

El número de arranques que se efectuaron por día fueron 3 veces, ya que se contó con el personal calificado sobre este tema y de igual manera también se contó con la herramienta y equipo o maquinaria adecuada que fue proporcionada por los talleres antes mencionados.

## CAPITULO VII

### ANÁLISIS ECONOMICO – FINANCIERO

#### 7.1. Análisis del Proyecto

En este capítulo se efectúa un análisis técnico económico para determinar si el proceso de habilitación y el movimiento financiero justifica el hecho de haber habilitado el sistema de combustible de los aviones escuela T33-A.

Adicionalmente se menciona una serie de recomendaciones y conclusiones que abarcan a todo el estudio investigativo de la habilitación del sistema de combustible de dichos aviones.

##### 7.1.1. Estudio Técnico

La técnica que se utilizaron en la elaboración de esta tesis vamos a redactar a continuación con cada una de las etapas planteadas en el perfil

**Tabla 7.1. Lista de Operaciones Ejecutadas para la Habilitación**

<b>OPERACIÓN</b>	<b>TÉCNICAS UTILIZADAS</b>
1. levantamiento del texto	Windows 98
2. Operaciones técnicas de inspección	Se efectuaron con el tutor el cual

visual	ostenta el título de tecnólogo y los integrantes de la tesis.
3. Operaciones de mantenimiento de cada uno de los componentes del sistema de combustible mediante una orden técnica	Se utilizaron herramientas y equipos adecuados para este trabajo proporcionados por los 2 hangares del ALA-12.
4. Operación de prueba de funcionamiento de todo el sistema de combustible	Se efectuaron con el tutor y otro personal que conoce de este tema

En general el personal con el que se contó para la habilitación del sistema de combustible tienen el título de tecnólogos capaces para la lectura de órdenes técnicas, manejo de herramientas y equipos básicos.

Si bien es cierto que para las operaciones de habilitación del sistema de combustible se contó con el personal idóneo y calificado en algunas ocasiones no fue fácil conseguir los rangos de funcionamiento y ajustes adecuados en determinadas piezas debido a la falta de instrumentos y medición que garanticen el seguimiento de las órdenes técnicas.

### **7.1.2. Estudio Económico**

En este capítulo se hablará del costo de la habilitación del sistema de combustible de aviones escuela T33-A. Debido a que el objetivo de esta tesis es poder aportar con algo al desarrollo práctico, educativo del ITSA.

La determinación previa de los costos que se a implantado en la tesis, especialmente la realización manufacturera es un aspecto esencial de un estudio económico.

El precio de costo de un producto, bien o servicio, es el conjunto de gastos efectuados hasta tenerlos dispuestos para su utilización dichos gastos tienen distinta naturaleza.

**7.1.2.1 Los Directos.-** De fácil cálculo.

**7.1.2.2 Los Indirectos o Generales.-** Difícil calcular

**7.1.3 Calculo Directo.-** Es un procedimiento lento y complicado que exige cálculos de todos los tipos; precio de mano de obra, herramientas, equipos, etc.

No siempre es aconsejable seguir este camino ya que un proyecto más o menos grande tomaría mucho tiempo la recopilación de tiempos y detalles que se los puede obviar.

Considerando únicamente los puntos más importantes y haciendo énfasis en cada uno de ellos.

**7.1.4 Calculo Comparativo.-** Se basa en la comparación del proyecto motivo de estudio, con otros conocimiento que abarcan muchos parámetros similares cuyo costo es conocido y partiendo de aquello se efectúan las correcciones oportunas por estimación.

El precio de costo real de la habilitación del sistema de combustible se expone continuación haciendo referencia los materiales ,luego incluyendo los costos del proceso de habilitación y luego con el tiempo empleado en la ejecución.

## **7.2. Presupuesto.-**

El presupuesto para la habilitación del sistema de combustible realizando un estudio económico aproximadamente fue de 1000 dólares.

Esto es para la adquisición de herramientas, equipos, materiales que se van a utilizar par realizar este trabajo, lo cual será proporcionado en parte por la FAE mediante el ITSA y en parte por los elaboradores de este proyecto.

## **7.3. Análisis Económico Financiero**

Existen Principalmente 4 rubros en la habilitación del sistema de combustible que son:

Herramientas y Máquinas

Combustible

Mano de Obra

Otros

**7.3.1 Herramientas y Máquinas.-** Para la habilitación del sistema de combustible, principalmente se utilizaron las herramientas y maquinas existentes en el hangar de aviones militares y en el hangar del CEMFA, se realizaron tareas de limpieza, mantenimiento, desmontaje y montaje. Para las tareas de desmontaje y montaje se utilizó el hangar del CEMFA

A continuación se presenta un cuadro con el costo de utilización de herramientas y maquinas. Los valores presentados son los que actualmente rigen en el sector de la aeronáutica.

**Tabla 7.2. Costos de utilización de las herramientas y máquinas**

HERRAMIENTAS Y MAQUINAS	VALOR \$ / HORA
- Planta eléctrica	30.00
- Compresor (aire comprimido)	50.00
- Brocha	27.00
- Alambre de freno	17.00
- Herramienta de mano	60.00
Total de Herramientas y Máquinas	184.00



**7.3.2 Combustible.-** Este rubro comprende todo el combustible utilizado para la habilitación de este sistema ya sea para la limpieza, mantenimiento y llenado del mismo.

Tabla 7.3. Lista del costo del combustible utilizado para la habilitación

COMBUSTIBLE PARA LA HABILITACIÓN	
DETALLE	VALOR \$
- Lavado del sistema	150.00
- Llenado según la orden técnica	350.00
Total de Combustible	500.00

**7.3.3 Mano De Obra.-** Los costos de mano de obra están comprendidos principalmente por el desmontaje – montaje , limpieza pintura.

**Tabla 7.4. Costos de mano de obra**

DETALLE	VALOR \$
Desmontaje – Montaje	50.00
Limpieza	40.00
Pintura	26.00
Total de mano de obra	116.00

**7.3.4 Otros.-** Este rubro comprende los materiales utilizados para las pruebas, costos de impresión de gráficos del texto, transporte, etc.

**Tabla 7.5. Costos de otros gastos**

DETALLE	VALOR \$
Total de otros gastos de Manufactura	200.00
Total de otros gastos	200.00

Por lo tanto el costo total de la habilitación del sistema de combustibles es:

**Tabla 7.6. Costo total de la habilitación**

DETALLE	VALOR \$
Herramientas y máquinas	184.00
Combustible	500.00
Mano de obra	116.00
Otros	200.00
Total de la Habilidadación	1000.00

## CAPITULO VIII

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 8.1. Conclusiones

- La calificación de las diferentes alternativas que se plantearían para la habilitación del sistema de Combustible, se efectuaron en base a criterios teóricos y prácticos visualizados en el trabajo del Sistema de Combustible, similares, pudiendo comprobar que la selección efectuada fue la más idónea a través de los resultados óptimos obtenidos en el funcionamiento del mismo.
- No siempre la forma concebida inicialmente del sistema de Combustible es la definitiva; puesto que al analizarlo, cinemáticamente puede arrojar resultados nada prácticos ni técnica ni económicamente, por lo que se debe tener la apertura necesaria para escoger otra alternativa como ocurrió en la presente tesis, esto es se cambio partes del filtro y otros componentes del Sistema de Combustible.
- En vista que este Sistema de Combustible está sometida a un trabajo de cuidado, se tuvo la necesidad de exigir que se lo tenga en mantenimiento constante a la apertura que este lo requiera.
- Las deformaciones en los elementos del Sistema de Combustible a pesar de que teóricamente son apreciables, en la práctica disminuyen ostensiblemente por la inclusión de elementos favorables.

- Muchas veces se debe recurrir a un montaje del Sistema de Combustible de ciertos elementos a un sitio con dispositivos adecuados para obtener determinada precisión.
- Con la presente tesis, es factible afirmar que se debe realizar una habilitación del Sistema de Combustible, aceptable confiable que pueden permitir a futuro un mejoramiento del mismo.
- Al iniciar cualquier proyecto; es necesario encuadrarlo dentro de límites previamente determinados mediante la propuesta de objetivos concretos y realizables, a más de establecer un alcance real, sujeto al presupuesto que se disponga.
- Previa la habilitación de cualquier maquinaria, se debe prever que el material requerido este disponible en el mercado, es decir que los elementos que se van a utilizar en esta habilitación. De esta manera ahorra tiempo en la adquisición de los mismos y dinero ante posibles importaciones, sin dejar de lado el hecho de que los proveedores deben disponer de información técnica de sus elementos adquiridos.
- Con el afán de obtener resultados esperados, es menester desarrollar un procedimiento claro y concreto de sus pruebas que han de efectuarse y apegarse al mismo al momento de ponerlas en práctica.
- En todo proyecto es necesario establecer un orden cronológico de los distintos pasos que hay que realizar. Este orden permite un trabajo más eficiente, a la vez que la obtención de resultados que satisfagan las necesidades establecidas dentro de los límites planteados anteriormente
- En el desarrollo del presente proyecto no se pudo cumplir con el cronograma de actividades inicialmente establecido en cuanto a tiempo se

refiere, debido a la presencia de imprevistos que no fueron considerados como son: maquinaria que en esos momentos estaban ocupando en los talleres y el pedidos de piezas del Sistema.

## **8.2. Recomendaciones**

- Para realizar cualquier trabajo de mantenimiento se debe colocar banderolas rojas de precaución, en lugar especificados en las órdenes técnicas.
- Es recomendable que cuando un avión se encuentra fuera de circulación el sistema de combustible siempre debe existir una cierta cantidad de combustible para de esta manera evitar oxidaciones de todos los elementos que componen el mismo.
- Para cualquier trabajo de mantenimiento, siempre se debe tener de un sistema de emergencia, ante posibles igniciones.
- Debe existir una debida señalización ya que estos aviones no cuentan con la misma, deben regirse a la orden técnica
- Estos aviones deben estar ubicados en lugares específicos: tales como hangares, para protegerles de los diferentes agentes que tienen el clima y de está manera evitar la destrucción total de los aviones.
- Para la habilitación del Sistema de Combustible se debe contar con herramientas específicas en las órdenes técnicas
- La ropa que deben utilizar el personal que va a trabajar en esta habilitación debe ser adecuada, ya sea la utilización de guantes,

mascarillas, tapones, lentes de protección, etc. Según lo especificado en las órdenes técnicas.

- El personal implicado para la habilitación del Sistema de Combustible debe poseer conocimientos aptos acerca del mismo.
- Para realizar la limpieza de ciertos componentes de este sistema es recomendable hacerlo con el mismo combustible que este opera.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aviones de la F. A. de los EE.UU. de la serie T-33A .Mecánico de aviones de propulsión a chorro (T-33A). USAFSLA-293, MAY 62. Manual Técnico de Mantenimiento. Volumen ii. Usaf School for Latin American.
- Aviones de la serie T-33A de la Fuerza Aérea de los EE.UU. Mecánico de aviones de propulsión a chorro (T-33A). USAFSLA-428, 1 NOV 61. Grupo motor, sistema de combustible y sistema de lubricación. Volumen I. Manual técnico de mantenimiento de organización. Usaf School for Latin American.
- Aviones de propulsión a chorro. Mecánico de aviones de propulsión a chorro (T-33A). USAFSLA-17, AUG 57. Grupo de las estructuras de avión y sistemas generales. Volumen i. Usaf school for Latin American.
- Oficial de mantenimiento de aviones. USAFSLA-244, FEB 59. Sistema de lubricación, combustible, inducción y enfriamiento. Volumen XV. Usaf school for Latin American.
- Mecánico y técnico en aviones de motores recíprocos AFSC 43151A y 43171A. Curso de perfeccionamiento profesional 43112. INTER-AMERICAN AIR FORCE ACADEMY HAIFA 542, JUL 67. Sistemas de combustible, eléctricos y de alumbrado y control de peso del avión. Volumen II.

# ANEXOS

## ANEXO1





## ANEXO 2



## ANEXO3



## ANEXO4



## ANEXO5



## ANEXO6



## ANEXO7



# HOJA DE VIDA

## DATOS PERSONALES

**APELLIDOS:** Coque Taco  
**NOMBRES:** Milton Bolívar  
**FECHA DE NACIMIENTO:** 19 De Septiembre De 1979  
**EDAD:** 22 Años  
**ESTADO CIVIL:** Soltero  
**PROFESIÓN:** Militar

## ESTUDIOS REALIZADOS

**PRIMARIA:** Escuela Mixta "Francisco Cantuña"  
**SECUNDARIA:** Colegio Técnico Industrial "19 De Septiembre"  
**Especialidad Mecánica Automotriz**  
**SUPERIOR:** Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico  
Especialidad Motores de aviación

## HOJA DE VIDA

### DATOS PERSONALES

**APELLIDOS:** Quishpe Caiza  
**NOMBRES:** Néstor Reinaldo  
**FECHA DE NACIMIENTO:** 28 de abril de 1980  
**EDAD:** 21 años  
**ESTADO CIVIL:** Soltero  
**PROFESIÓN:** Militar

### ESTUDIOS REALIZADOS

**PRIMARIA:** Escuela mixta "Pedro Bouguer"  
**SECUNDARIA:** Colegio Nacional Técnico "Yaruqui"  
Especialidad Mecánica Industrial  
**SUPERIOR:** Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico  
Especialidad motores de aviación



## **HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS**

**ELABORADO POR:**

---

**Cbos. Coque Taco Milton Bolívar**

---

**Cbos. Quishpe Caiza Néstor**

**DIRECTOR DE LA ESCUELA DE MECÁNICA AERONÁUTICA**

---

**Ing. Eduardo Castillo C**

**Mayo. Tec. AVC.**

**Lugar y fecha: Latacunga, a 30 de Noviembre del 2001**







